

# Modelagem do Descarte de Efluente da URS para a Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos - Etapa 2



Revisão 00  
Setembro/2013





**Modelagem do Descarte de Efluente  
da URS para a Atividade de Produção  
e Escoamento de Petróleo e Gás Natural  
do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos - Etapa 2**

**Revisão 00  
Setembro / 2013**



**E&P**

A TETRA TECH é responsável pelo conteúdo do presente relatório incluindo: tecnologias, metodologias, especificações técnicas, desenhos, figuras, cópias, diagramas, fórmulas, modelos, amostras, e fluxogramas.

A utilização deste material deverá ser compatível com o escopo do projeto/trabalho contratado, fazendo-se expressa menção ao nome da TETRA TECH como autora do estudo. Da mesma forma, quando a equipe técnica da TETRA TECH for incorporada na equipe técnica da empresa contratante, esta deverá ser mencionada, e referenciada, como: “consultores da TETRA TECH”. Qualquer dúvida ou alteração desta conduta deverá ser discutida entre o cliente e a TETRA TECH.

Tt (Tetra Tech), 2013. Modelagem do Descarte de Efluente da URS para a Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos - Etapa 2. Relatório Técnico, Revisão 00 (17 de setembro de 2013). 440pp+Apêndices/Anexos.





## ÍNDICE GERAL

### RESUMO 1

|         |   |         |
|---------|---|---------|
| I       | INTRODUÇÃO .....  | I-1     |
| I.1     | ÁREA DE ESTUDO .....  | I-2     |
| II      | CARACTERÍSTICAS DO DESCARTE E COMPOSIÇÃO DOS EFLUENTES DA URS ..... | II-1    |
| III     | MODELAGEM DA DILUIÇÃO E DISPERSÃO DE EFLUENTES.....                 | III-1   |
| III.1   | MODELAGEM DA DILUIÇÃO NO CAMPO PRÓXIMO .....                        | III-2   |
| III.1.1 | CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS .....                                    | III-2   |
| III.1.2 | CARACTERÍSTICAS DO LANÇAMENTO .....                                 | III-8   |
| III.1.3 | CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES .....                                 | III-8   |
| III.1.4 | DESCRIÇÃO DAS SIMULAÇÕES DE CAMPO PRÓXIMO .....                     | III-9   |
| III.1.5 | RESULTADOS DA DILUIÇÃO DO CAMPO PRÓXIMO .....                       | III-29  |
| III.2   | MODELAGEM DA DILUIÇÃO E DISPERSÃO NO CAMPO AFASTADO .....           | III-322 |
| III.2.1 | DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS SIMULADOS .....                              | III-322 |
| III.2.2 | RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DE CAMPO AFASTADO .....                   | III-326 |
| IV      | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....  | IV-1    |
| V       | BIBLIOGRAFIA .....  | V-1     |
| VI      | EQUIPE TÉCNICA.....   | VI-1    |



## LISTA DE TABELAS

| TABELA   | PÁG.   |
|--|--------|
| <b>Tabela I-1</b> - Coordenadas e lâmina d'água (m) dos pontos de lançamento. ....   | I-3    |
| <b>Tabela II-1</b> - Parâmetros utilizados para a modelagem das plumas de descarte de água produzida a partir de cada ponto de lançamento. ....          | II-2   |
| <b>Tabela II-2</b> - Características do efluente de água produzida. ....   | II-2   |
| <b>Tabela II-3</b> - Resultados dos testes de toxicidade com o equinodermo <i>Lytechinus variegatus</i> realizados com amostras do efluente da URS. .... | II-3   |
| <b>Tabela II-4</b> - Composição, concentrações limite da legislação e diluição mínima para o enquadramento do efluente da URS.....                       | II-4   |
| <b>Tabela III-1</b> - Valores de densidade obtidos dos dados do WOCE (superfície e fundo) nas coordenadas de cada DP.....                                | III-7  |
| <b>Tabela III-2</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Sul. ....                              | III-9  |
| <b>Tabela III-3</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Sul. ....                              | III-10 |
| <b>Tabela III-4</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Sul. ....                              | III-10 |
| <b>Tabela III-5</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Norte.....                             | III-11 |
| <b>Tabela III-6</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Norte.....                             | III-11 |
| <b>Tabela III-7</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Norte.....                             | III-12 |
| <b>Tabela III-8</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte. ....            | III-12 |
| <b>Tabela III-9</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte. ....            | III-13 |
| <b>Tabela III-10</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte. ....           | III-13 |
| <b>Tabela III-11</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Central.....                          | III-14 |

| TABELA  | PÁG.   |
|---|--------|
| <b>Tabela III-12</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Central.....     | III-14 |
| <b>Tabela III-13</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Central.....     | III-15 |
| <b>Tabela III-14</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Alto. ....       | III-15 |
| <b>Tabela III-15</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Alto. ....       | III-16 |
| <b>Tabela III-16</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Alto. ....       | III-16 |
| <b>Tabela III-17</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Oeste.....       | III-17 |
| <b>Tabela III-18</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Oeste.....       | III-17 |
| <b>Tabela III-19</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Oeste.....       | III-18 |
| <b>Tabela III-20</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul..... | III-18 |
| <b>Tabela III-21</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul..... | III-19 |
| <b>Tabela III-22</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul..... | III-19 |
| <b>Tabela III-23</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte. ....  | III-20 |
| <b>Tabela III-24</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte. ....  | III-20 |
| <b>Tabela III-25</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte. ....  | III-21 |
| <b>Tabela III-26</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Franco SW. ....       | III-21 |
| <b>Tabela III-27</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Franco SW. ....       | III-22 |



| TABELA  | PÁG.   |
|---|--------|
| <b>Tabela III-28</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Franco SW. ....   | III-22 |
| <b>Tabela III-29</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Franco Sul. ....  | III-23 |
| <b>Tabela III-30</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Franco Sul. ....  | III-23 |
| <b>Tabela III-31</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Franco Sul. ....  | III-24 |
| <b>Tabela III-32</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Franco 1. ....  | III-24 |
| <b>Tabela III-33</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Franco 1. ....  | III-25 |
| <b>Tabela III-34</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Franco 1. ....  | III-25 |
| <b>Tabela III-35</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Franco NW. ....   | III-26 |
| <b>Tabela III-36</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Franco NW. ....   | III-26 |
| <b>Tabela III-37</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Franco NW. ....   | III-27 |
| <b>Tabela III-38</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Carioca. ....   | III-27 |
| <b>Tabela III-39</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Carioca. ....   | III-28 |
| <b>Tabela III-40</b> - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Carioca. ....   | III-28 |
| <b>Tabela III-41</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Sul. ....   | III-29 |
| <b>Tabela III-42</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno. .... | III-51 |

| TABELA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Tabela III-43</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Norte.....   | III-52  |
| <b>Tabela III-44</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno.....                 | III-74  |
| <b>Tabela III-45</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte. ....  | III-75  |
| <b>Tabela III-46</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno..... | III-97  |
| <b>Tabela III-47</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Central. ....  | III-98  |
| <b>Tabela III-48</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno.....               | III-120 |
| <b>Tabela III-49</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Alto. ....   | III-121 |
| <b>Tabela III-50</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno. ....                 | III-143 |
| <b>Tabela III-51</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Oeste. ....  | III-144 |
| <b>Tabela III-52</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno.....                 | III-163 |

| TABELA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Tabela III-53</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP Lula Extremo Sul. ....  | III-164 |
| <b>Tabela III-54</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno. .... | III-183 |
| <b>Tabela III-55</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Sapinhoá Norte.....  | III-184 |
| <b>Tabela III-56</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-206 |
| <b>Tabela III-57</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Franco SW.....   | III-207 |
| <b>Tabela III-58</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno. ....        | III-229 |
| <b>Tabela III-59</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Franco Sul. ....   | III-230 |
| <b>Tabela III-60</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno. ....       | III-252 |
| <b>Tabela III-61</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Franco 1.....  | III-253 |
| <b>Tabela III-62</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno.....          | III-275 |

| TABELA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Tabela III-63</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Franco NW. ....   | III-276 |
| <b>Tabela III-64</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno. .... | III-298 |
| <b>Tabela III-65</b> - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Carioca. ....   | III-299 |
| <b>Tabela III-66</b> - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-321 |
| <b>Tabela III-67</b> - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Lula Sul para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão. ....   | III-327 |
| <b>Tabela III-68</b> - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Sul para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.....  | III-329 |
| <b>Tabela III-69</b> - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Lula Norte para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão. ....   | III-331 |
| <b>Tabela III-70</b> - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Norte para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.....  | III-333 |
| <b>Tabela III-71</b> - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, nos períodos de verão e inverno.....  | III-335 |
| <b>Tabela III-72</b> - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartada a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-338 |

| TABELA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Tabela III-73</b> - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Lula Central para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.....                                 | III-343 |
| <b>Tabela III-74</b> - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartada a partir do DP de Lula Central para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.....     | III-345 |
| <b>Tabela III-75</b> - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Lula Alto para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.....                                    | III-347 |
| <b>Tabela III-76</b> - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Alto para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.....        | III-349 |
| <b>Tabela III-77</b> - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Sapinhoá Norte para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de inverno.....                             | III-352 |
| <b>Tabela III-78</b> - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartado a partir do DP de Sapinhoá Norte para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de inverno..... | III-354 |
| <b>Tabela III-79</b> - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Franco SW para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.....                                    | III-356 |
| <b>Tabela III-80</b> - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartada a partir do DP de Franco SW para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.....        | III-358 |
| <b>Tabela III-81</b> - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Franco Sul para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.....                                   | III-360 |
| <b>Tabela III-82</b> - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartado a partir do DP de Franco Sul para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.....       | III-362 |

| TABELA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Tabela III-83</b> - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Franco 1 para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, nos períodos de verão e de inverno. ....                          | III-365 |
| <b>Tabela III-84</b> - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartada a partir do DP de Franco 1 para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, nos períodos de verão e inverno. .... | III-368 |
| <b>Tabela III-85</b> - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Franco NW para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão. ....  | III-373 |
| <b>Tabela III-86</b> - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartada a partir do DP de Franco NW para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão. ....            | III-375 |

## LISTA DE FIGURAS

| FIGURA   | PÁG.   |
|--|--------|
| <b>Figura I-1</b> - Localização das unidades localizadas na região do Pré-Sal, na Bacia de Santos. Fonte: NASA Landsat Program - Landsat 5 TM.....   | I-4    |
| <b>Figura III-1</b> - Localização do conjunto de dados do WOCE utilizados na obtenção das informações de densidade para as simulações de diluição e dispersão de efluentes descartados a partir de cada DP. ....   | III-5  |
| <b>Figura III-2</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-30 |
| <b>Figura III-3</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.....   | III-31 |
| <b>Figura III-4</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental..... | III-32 |
| <b>Figura III-5</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-33 |
| <b>Figura III-6</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-34 |
| <b>Figura III-7</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Sul, no período de verão.....   | III-35 |
| <b>Figura III-8</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Sul, no período de inverno. ....  | III-36 |
| <b>Figura III-9</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-37 |



| FIGURA   | PÁG.   |
|--|--------|
| <b>Figura III-10</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-38 |
| <b>Figura III-11</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-39 |
| <b>Figura III-12</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-40 |
| <b>Figura III-13</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-41 |
| <b>Figura III-14</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Sul, no período de verão. ....   | III-42 |
| <b>Figura III-15</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Sul, no período de inverno. ....   | III-43 |
| <b>Figura III-16</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-44 |
| <b>Figura III-17</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-45 |
| <b>Figura III-18</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-46 |
| <b>Figura III-19</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-47 |



| FIGURA   | PÁG.   |
|--|--------|
| <b>Figura III-20</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-48 |
| <b>Figura III-21</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Sul, no período de verão. ....   | III-49 |
| <b>Figura III-22</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Sul, no período de inverno. ....   | III-50 |
| <b>Figura III-23</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-53 |
| <b>Figura III-24</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-54 |
| <b>Figura III-25</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-55 |
| <b>Figura III-26</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-56 |
| <b>Figura III-27</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-57 |
| <b>Figura III-28</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Norte, no período de verão. ....   | III-58 |
| <b>Figura III-29</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Norte, no período de inverno. ....   | III-59 |
| <b>Figura III-30</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-60 |

| FIGURA   | PÁG.   |
|--|--------|
| <b>Figura III-31</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-61 |
| <b>Figura III-32</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-62 |
| <b>Figura III-33</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-63 |
| <b>Figura III-34</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-64 |
| <b>Figura III-35</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Norte, no período de verão. ....   | III-65 |
| <b>Figura III-36</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Norte, no período de inverno. ....   | III-66 |
| <b>Figura III-37</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-67 |
| <b>Figura III-38</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-68 |
| <b>Figura III-39</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-69 |
| <b>Figura III-40</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-70 |

| FIGURA  | PÁG.   |
|---|--------|
| <b>Figura III-41</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-71 |
| <b>Figura III-42</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Norte, no período de verão. ....  | III-72 |
| <b>Figura III-43</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Norte, no período de inverno. ....  | III-73 |
| <b>Figura III-44</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-76 |
| <b>Figura III-45</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ...   | III-77 |
| <b>Figura III-46</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ... | III-78 |
| <b>Figura III-47</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-79 |
| <b>Figura III-48</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-80 |
| <b>Figura III-49</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão. ....  | III-81 |
| <b>Figura III-50</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção. ....  | III-82 |
| <b>Figura III-51</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-83 |

| FIGURA   | PÁG. |
|--|------|
| <b>Figura III-52</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental... III-84   |      |
| <b>Figura III-53</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental... III-85 |      |
| <b>Figura III-54</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno..... III-86  |      |
| <b>Figura III-55</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno..... III-87   |      |
| <b>Figura III-56</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão..... III-88   |      |
| <b>Figura III-57</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de inverno. .... III-89  |      |
| <b>Figura III-58</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno..... III-90  |      |
| <b>Figura III-59</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental... III-91   |      |
| <b>Figura III-60</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental... III-92 |      |
| <b>Figura III-61</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno..... III-93  |      |

| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-62</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-94  |
| <b>Figura III-63</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão. ....   | III-95  |
| <b>Figura III-64</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de inverno. ....   | III-96  |
| <b>Figura III-65</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-99  |
| <b>Figura III-66</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Central, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-100 |
| <b>Figura III-67</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Central, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-101 |
| <b>Figura III-68</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-102 |
| <b>Figura III-69</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-103 |
| <b>Figura III-70</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Central, no período de verão. ....   | III-104 |
| <b>Figura III-71</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Central, no período de inverno. ....   | III-105 |
| <b>Figura III-72</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-106 |

| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-73</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Central, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-107 |
| <b>Figura III-74</b> - Curva de diluição do efluente da URS a DP de Lula Central), no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-108 |
| <b>Figura III-75</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-109 |
| <b>Figura III-76</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-110 |
| <b>Figura III-77</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Central, no período de verão. ....   | III-111 |
| <b>Figura III-78</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Central, no período de inverno. ....   | III-112 |
| <b>Figura III-79</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-113 |
| <b>Figura III-80</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Central, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-114 |
| <b>Figura III-81</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Central, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-115 |
| <b>Figura III-82</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-116 |
| <b>Figura III-83</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-117 |



| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-84</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Central, no período de verão.....  | III-118 |
| <b>Figura III-85</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Central, no período de inverno. ....   | III-119 |
| <b>Figura III-86</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-122 |
| <b>Figura III-87</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Alto, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.....   | III-123 |
| <b>Figura III-88</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Alto, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental..... | III-124 |
| <b>Figura III-89</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-125 |
| <b>Figura III-90</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-126 |
| <b>Figura III-91</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Alto, no período de verão.....   | III-127 |
| <b>Figura III-92</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Alto, no período de inverno. ....  | III-128 |
| <b>Figura III-93</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-129 |
| <b>Figura III-94</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Alto, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.....   | III-130 |

| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-95</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Alto, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....  | III-131 |
| <b>Figura III-96</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-132 |
| <b>Figura III-97</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-133 |
| <b>Figura III-98</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Alto, no período de verão. ....  | III-134 |
| <b>Figura III-99</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Alto, no período de inverno. ....  | III-135 |
| <b>Figura III-100</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-136 |
| <b>Figura III-101</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Alto, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-137 |
| <b>Figura III-102</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Alto, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-138 |
| <b>Figura III-103</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-139 |
| <b>Figura III-104</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-140 |
| <b>Figura III-105</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Alto, no período de verão. ....   | III-141 |



| FIGURA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Figura III-106</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Alto, no período de inverno. ....  | III-142 |
| <b>Figura III-107</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-145 |
| <b>Figura III-108</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Oeste, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-146 |
| <b>Figura III-109</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Oeste, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-147 |
| <b>Figura III-110</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-148 |
| <b>Figura III-111</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-149 |
| <b>Figura III-112</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Oeste, no período de verão. ....   | III-150 |
| <b>Figura III-113</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Oeste, no período de inverno. ....   | III-150 |
| <b>Figura III-114</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-151 |
| <b>Figura III-115</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Oeste, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-152 |

| FIGURA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Figura III-116</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Oeste, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-153 |
| <b>Figura III-117</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-154 |
| <b>Figura III-118</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-155 |
| <b>Figura III-119</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Oeste, no período de verão. ....   | III-156 |
| <b>Figura III-120</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Oeste, no período de inverno. ....   | III-156 |
| <b>Figura III-121</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-157 |
| <b>Figura III-122</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Oeste, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-158 |
| <b>Figura III-123</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Oeste, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-159 |
| <b>Figura III-124</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-160 |
| <b>Figura III-125</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-161 |
| <b>Figura III-126</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Oeste, no período de verão. ....   | III-162 |

| FIGURA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Figura III-127</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Oeste, no período de inverno. ....   | III-162 |
| <b>Figura III-128</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-165 |
| <b>Figura III-129</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-166 |
| <b>Figura III-130</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-167 |
| <b>Figura III-131</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno.....   | III-168 |
| <b>Figura III-132</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-169 |
| <b>Figura III-133</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, no período de verão.....  | III-170 |
| <b>Figura III-134</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, no período de inverno. ....   | III-170 |
| <b>Figura III-135</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-171 |
| <b>Figura III-136</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-172 |

| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-137</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental..... | III-173 |
| <b>Figura III-138</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-174 |
| <b>Figura III-139</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-175 |
| <b>Figura III-140</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, no período de verão. ....  | III-176 |
| <b>Figura III-141</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, no período de inverno.....   | III-176 |
| <b>Figura III-142</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno.....  | III-177 |
| <b>Figura III-143</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.....   | III-178 |
| <b>Figura III-144</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental..... | III-179 |
| <b>Figura III-145</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-180 |
| <b>Figura III-146</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-181 |
| <b>Figura III-147</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, no período de verão. ....  | III-182 |

| FIGURA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Figura III-148</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, no período de inverno. ....   | III-182 |
| <b>Figura III-149</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-185 |
| <b>Figura III-150</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com legislação ambiental. ....     | III-186 |
| <b>Figura III-151</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-187 |
| <b>Figura III-152</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-188 |
| <b>Figura III-153</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-189 |
| <b>Figura III-154</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, no período de verão. ....   | III-190 |
| <b>Figura III-155</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno. ....   | III-191 |
| <b>Figura III-156</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-192 |
| <b>Figura III-157</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-193 |

| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-158</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental..... | III-194 |
| <b>Figura III-159</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-195 |
| <b>Figura III-160</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-196 |
| <b>Figura III-161</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, no período de verão. ....  | III-197 |
| <b>Figura III-162</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno.....   | III-198 |
| <b>Figura III-163</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno.....  | III-199 |
| <b>Figura III-164</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....  | III-200 |
| <b>Figura III-165</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental..... | III-201 |
| <b>Figura III-166</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-202 |
| <b>Figura III-167</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-203 |
| <b>Figura III-168</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, no período de verão. ....  | III-204 |



| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-169</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno. ....  | III-205 |
| <b>Figura III-170</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-208 |
| <b>Figura III-171</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco SW, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-209 |
| <b>Figura III-172</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco SW, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-210 |
| <b>Figura III-173</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-211 |
| <b>Figura III-174</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-212 |
| <b>Figura III-175</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco SW, no período de verão. ....   | III-213 |
| <b>Figura III-176</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco SW, no período de inverno. ....   | III-214 |
| <b>Figura III-177</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-215 |
| <b>Figura III-178</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco SW, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-216 |

| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-179</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco SW, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-217 |
| <b>Figura III-180</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-218 |
| <b>Figura III-181</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-219 |
| <b>Figura III-182</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco SW, no período de verão. ....   | III-220 |
| <b>Figura III-183</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco SW, no período de inverno. ....   | III-221 |
| <b>Figura III-184</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-222 |
| <b>Figura III-185</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco SW, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-223 |
| <b>Figura III-186</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco SW, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-224 |
| <b>Figura III-187</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-225 |
| <b>Figura III-188</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-226 |
| <b>Figura III-189</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco SW, no período de verão. ....   | III-227 |



| FIGURA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Figura III-190</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco SW, no período de inverno. ....  | III-228 |
| <b>Figura III-191</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-231 |
| <b>Figura III-192</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-232 |
| <b>Figura III-193</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-233 |
| <b>Figura III-194</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-234 |
| <b>Figura III-195</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-235 |
| <b>Figura III-196</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco Sul, no período de verão. ....   | III-236 |
| <b>Figura III-197</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco Sul, no período de inverno. ....   | III-237 |
| <b>Figura III-198</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-238 |
| <b>Figura III-199</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-239 |

| FIGURA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Figura III-200</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-240 |
| <b>Figura III-201</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-241 |
| <b>Figura III-202</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-242 |
| <b>Figura III-203</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco Sul, no período de verão. ....   | III-243 |
| <b>Figura III-204</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco Sul, no período de inverno. ....   | III-244 |
| <b>Figura III-205</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-245 |
| <b>Figura III-206</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-246 |
| <b>Figura III-207</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-247 |
| <b>Figura III-208</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-248 |
| <b>Figura III-209</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-249 |
| <b>Figura III-210</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco Sul, no período de verão. ....   | III-250 |

| FIGURA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Figura III-211</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco Sul, no período de inverno. ....   | III-251 |
| <b>Figura III-212</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-254 |
| <b>Figura III-213</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco 1, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-255 |
| <b>Figura III-214</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco 1, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-256 |
| <b>Figura III-215</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-257 |
| <b>Figura III-216</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-258 |
| <b>Figura III-217</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco 1, no período de verão. ....   | III-259 |
| <b>Figura III-218</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco 1, no período de inverno. ....   | III-260 |
| <b>Figura III-219</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-261 |
| <b>Figura III-220</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-262 |

| FIGURA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Figura III-221</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-263 |
| <b>Figura III-222</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-264 |
| <b>Figura III-223</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-265 |
| <b>Figura III-224</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, no período de verão. ....   | III-266 |
| <b>Figura III-225</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, no período de inverno. ....   | III-267 |
| <b>Figura III-226</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-268 |
| <b>Figura III-227</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco 1, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-269 |
| <b>Figura III-228</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco 1, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-270 |
| <b>Figura III-229</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-271 |
| <b>Figura III-230</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-272 |
| <b>Figura III-231</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco 1, no período de verão. ....   | III-273 |

| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-232</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco 1, no período de inverno. ....  | III-274 |
| <b>Figura III-233</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-277 |
| <b>Figura III-234</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco NW, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-278 |
| <b>Figura III-235</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco NW, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-279 |
| <b>Figura III-236</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-280 |
| <b>Figura III-237</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-281 |
| <b>Figura III-238</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco NW, no período de verão. ....   | III-282 |
| <b>Figura III-239</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco NW, no período de inverno. ....   | III-283 |
| <b>Figura III-240</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-284 |
| <b>Figura III-241</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco NW, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-285 |

| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-242</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco NW, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-286 |
| <b>Figura III-243</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-287 |
| <b>Figura III-244</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-288 |
| <b>Figura III-245</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco NW, no período de verão. ....   | III-289 |
| <b>Figura III-246</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco NW, no período de inverno. ....   | III-290 |
| <b>Figura III-247</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-291 |
| <b>Figura III-248</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco NW, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-292 |
| <b>Figura III-249</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco NW, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-293 |
| <b>Figura III-250</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-294 |
| <b>Figura III-251</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-295 |



| FIGURA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Figura III-252</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco NW, no período de verão.....   | III-296 |
| <b>Figura III-253</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco NW, no período de inverno. ....  | III-297 |
| <b>Figura III-254</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-300 |
| <b>Figura III-255</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Carioca, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.....   | III-301 |
| <b>Figura III-256</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Carioca, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental..... | III-302 |
| <b>Figura III-257</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-303 |
| <b>Figura III-258</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-304 |
| <b>Figura III-259</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Carioca, no período de verão.....   | III-305 |
| <b>Figura III-260</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Carioca, no período de inverno. ....  | III-306 |
| <b>Figura III-261</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-307 |

| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-262</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Carioca, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-308 |
| <b>Figura III-263</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Carioca, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-309 |
| <b>Figura III-264</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-310 |
| <b>Figura III-265</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno. ....   | III-311 |
| <b>Figura III-266</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Carioca, no período de verão. ....   | III-312 |
| <b>Figura III-267</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Carioca, no período de inverno. ....   | III-313 |
| <b>Figura III-268</b> - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-314 |
| <b>Figura III-269</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Carioca, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. ....   | III-315 |
| <b>Figura III-270</b> - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Carioca, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental. .... | III-316 |
| <b>Figura III-271</b> - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno. ....  | III-317 |



| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-272</b> - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno. ....                                   | III-318 |
| <b>Figura III-273</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Carioca, no período de verão. ....   | III-319 |
| <b>Figura III-274</b> - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Carioca, no período de inverno. ....   | III-320 |
| <b>Figura III-275</b> - Grade habitat/depth utilizada nas simulações com o modelo CHEMMAP para o DP de Lula Sul. Devido à resolução da grade, apenas o contorno desta é apresentado. ....                                    | III-324 |
| <b>Figura III-276</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Lula Sul para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora. ....                                     | III-328 |
| <b>Figura III-277</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Sul, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora. ....   | III-329 |
| <b>Figura III-278</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Sul, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora. ....          | III-330 |
| <b>Figura III-279</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Lula Norte para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora. ....                                   | III-332 |
| <b>Figura III-280</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Norte, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora. .... | III-333 |
| <b>Figura III-281</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Norte, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora. ....        | III-334 |
| <b>Figura III-282</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Lula Área de Iracema Norte para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora. ....                   | III-336 |

| FIGURA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Figura III-283</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Lula Área de Iracema Norte para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de inverno, após 1 hora.....   | III-337 |
| <b>Figura III-284</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.....   | III-339 |
| <b>Figura III-285</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, simulada no período de inverno (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora..... | III-340 |
| <b>Figura III-286</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora. ....         | III-341 |
| <b>Figura III-287</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, simulada no período de inverno (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora. ....       | III-342 |
| <b>Figura III-288</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Lula Central para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora.....   | III-344 |
| <b>Figura III-289</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Central, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.....                             | III-345 |
| <b>Figura III-290</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Central, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.....                                    | III-346 |
| <b>Figura III-291</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Lula Alto para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora.....  | III-348 |
| <b>Figura III-292</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Alto, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.....                                | III-350 |

| FIGURA   | PÁG.    |
|--|---------|
| <b>Figura III-293</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Alto, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora. ....                   | III-351 |
| <b>Figura III-294</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Sapinhoá Norte para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de inverno, após 1 hora. ....                                       | III-353 |
| <b>Figura III-295</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, simulada no período de inverno (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora. ....     | III-354 |
| <b>Figura III-296</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, simulada no período de inverno (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora. ....            | III-355 |
| <b>Figura III-297</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Franco SW para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora. ....  | III-357 |
| <b>Figura III-298</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco SW, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora. ... | III-358 |
| <b>Figura III-299</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco SW, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora. ....       | III-359 |
| <b>Figura III-300</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Franco Sul para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora. ....   | III-361 |
| <b>Figura III-301</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco Sul, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora. ....           | III-363 |
| <b>Figura III-302</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco Sul, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora. ....                  | III-364 |
| <b>Figura III-303</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Franco 1 para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora. ....   | III-366 |

| FIGURA  | PÁG.    |
|---|---------|
| <b>Figura III-304</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Franco 1 para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de inverno, após 1 hora.....                                   | III-367 |
| <b>Figura III-305</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco 1, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.....   | III-369 |
| <b>Figura III-306</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco 1, simulada no período de inverno (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora..... | III-370 |
| <b>Figura III-307</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco 1, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.....          | III-371 |
| <b>Figura III-308</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco 1, simulada no período de inverno (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.....        | III-372 |
| <b>Figura III-309</b> - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Franco NW para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora.....                                    | III-374 |
| <b>Figura III-310</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco NW, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.....  | III-376 |
| <b>Figura III-311</b> - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco NW, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.....         | III-377 |

## LISTA DE APÊNDICES/ANEXOS

| APÊNDICE / ANEXO  | PÁG.  |
|---|-------|
| APÊNDICE I - RESUMO DOS DADOS DE ENTRADA UTILIZADOS NAS SIMULAÇÕES .....            | AI-1  |
| APÊNDICE II - CONDIÇÕES DOS INSTANTES INICIAIS DAS SIMULAÇÕES DETERMINÍSTICAS ..... | AII-1 |
| ANEXO A - DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MODELOS CORMIX.....                               | A-1   |
| ANEXO B - DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MODELOS CHEMMAP.....                              | B-1   |
| ANEXO C - DESCRIÇÃO DO NCEP/NCAR .....  | C-1   |



## RESUMO

Este relatório apresenta os resultados do estudo do processo da diluição e dispersão das plumas provenientes do descarte de efluentes da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do Desenvolvimento da Produção (DP) de Lula Sul, Lula Norte, Lula Área de Iracema Norte, Lula Central, Lula Alto, Lula Oeste, Lula Extremo Sul, Sapinhoá Norte, Franco SW, Franco Sul, Franco 1, Franco NW e Carioca, que fazem parte do Projeto Etapa 2, localizados no Polo Pré-Sal da Bacia de Santos.

Os padrões de circulação característicos da região foram estimados a partir de um modelo numérico de mesoescala, baseado no *Princeton Ocean Model* (POM), enquanto o campo de ventos foi proveniente de dados de reanálise de modelos meteorológicos.

No estudo do comportamento das plumas o processo foi dividido entre campo próximo (zona de diluição inicial, onde prevalecem os efeitos oriundos da velocidade inicial de ejeção e a diferença de densidade entre o efluente e o meio) e campo afastado (região onde passam a predominar os efeitos da dinâmica local no transporte e diluição da pluma).

O campo próximo foi simulado utilizando-se o modelo CORMIX, desenvolvido na Cornell University. Para simular a diluição da pluma no campo afastado, foi utilizado o modelo CHEMMAP, desenvolvido pela *Applied Science Associates (ASA), Inc.*

Foram utilizados dois critérios ambientais: padrões de qualidade de água do corpo receptor (Águas Salinas de Classe 1) estabelecidos na Resolução do CONAMA nº 357/05 e a comparação do efluente no corpo receptor com a Concentração de Efeito Não Observado (CENO) estabelecida na Resolução do CONAMA nº 430/11.

Para o descarte de efluente de cada URS foram realizadas simulações para o efluente sem e com a adição de biocida, utilizando a vazão de 9.540 m<sup>3</sup>/dia (Lula Sul, Lula Norte, Lula Central, Lula Alto, Lula Oeste, Lula Extremo Sul e Sapinhoá Norte), 12.720 m<sup>3</sup>/dia (Lula Área de Iracema Norte), 10.600 m<sup>3</sup>/dia (Franco SW, Franco Sul, Franco NW e Franco 1) e 7.950 m<sup>3</sup>/dia (Carioca).

Os resultados das simulações para o descarte de efluente mostraram que as diluições necessárias para o enquadramento nos critérios ambientais (Resolução do CONAMA nº 357/05) é alcançada em distâncias inferiores a 7 m dos pontos de descarte para todos os DP.

Para enquadramento no critério ambiental relativo à toxicidade (CENO), as diluições necessárias ocorreram em distâncias inferiores a 28 m (Lula Sul, Lula Oeste e Lula Extremo Sul), 34 m (Franco SW, Franco NW e Carioca), 40 m (Lula Central), 45 m (Sapinhoá Norte), 49 m (Lula Norte), 50 m (Franco 1), 51 m (Franco Sul), 52 m (Lula Alto) e 55 m (Lula Área de Iracema Norte).

Dessa forma, os resultados apresentados acima indicam que alterações significativas na qualidade da água (zona de mistura relativa à toxicidade e à legislação ambiental) ocorrerão em distâncias inferiores a 55 m a partir dos pontos de descarte de cada DP.



## I INTRODUÇÃO

Neste relatório é apresentada a modelagem computacional da diluição e dispersão de efluentes da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS), descartados a partir do Desenvolvimento da Produção (DP) de treze empreendimentos no Polo Pré-Sal da Bacia de Santos, do Projeto Etapa 2:

- *DP de Lula Sul*
- *DP de Lula Norte*
- *DP de Lula Área de Iracema Norte*
- *DP de Lula Central*
- *DP de Lula Alto*
- *DP de Lula Oeste*
- *DP de Lula Extremo Sul*
- *DP de Sapinhoá Norte*
- *DP de Franco SW*
- *DP de Franco Sul*
- *DP de Franco 1*
- *DP de Franco NW*
- *DP de Carioca*

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. O campo próximo foi simulado com o modelo CORMIX, da *Cornell University*, desenvolvido para a análise, previsão e planejamento do lançamento de efluentes em diferentes corpos d'água. Na modelagem do campo afastado foi utilizado o modelo CHEMMAP, desenvolvido pela *ASA-RPS*, para previsão da trajetória e transformações biogeoquímicas de produtos químicos, incluindo as substâncias flutuantes, as que afundam e as substâncias solúveis.

Para estudos de modelagem, como o realizado neste trabalho, são necessários: (a) um conhecimento detalhado das características geomorfológicas do local (morfologia da linha de costa e fundo oceânico), (b) padrões de

circulação local e em larga escala, (c) séries temporais de vento de longa duração, e (d) características físico-químicas dos constituintes do efluente simulado.

O campo de correntes característico dos padrões de circulação na região foi obtido a partir de um modelo numérico de mesoescala, baseado no *Princeton Ocean Model* (POM), adaptado e implementado pela TETRA TECH para reproduzir as correntes oceânicas de plataforma e talude, presentes na costa sul-sudeste do Brasil (ASA, 2010a,b). Também foi considerado um campo de ventos, baseado em dados de Reanálise dos modelos meteorológicos do NCEP/NCAR.

A seguir, o Capítulo I, além de apresentar os objetivos desse estudo, fornece informações sobre a área em questão. O Capítulo II apresenta as características do descarte de efluentes a partir de cada DP. As modelagens de campo próximo e de campo afastado, incluindo os dados de entrada adotados e os resultados obtidos são apresentados no Capítulo III. Por fim, no Capítulo IV os resultados apresentados neste estudo são discutidos.

O Apêndice I apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados na modelagem das plumas de efluentes. No Apêndice II são apresentadas as condições meteorológicas e oceanográficas dos instantes iniciais das simulações determinísticas. Os Anexos A e B apresentam, respectivamente, a descrição do modelo de campo próximo CORMIX e a descrição do modelo de campo afastado CHEMMAP. Por fim, o Anexo C apresenta informações referentes ao campo de ventos do NCEP/NCAR analisados neste estudo.

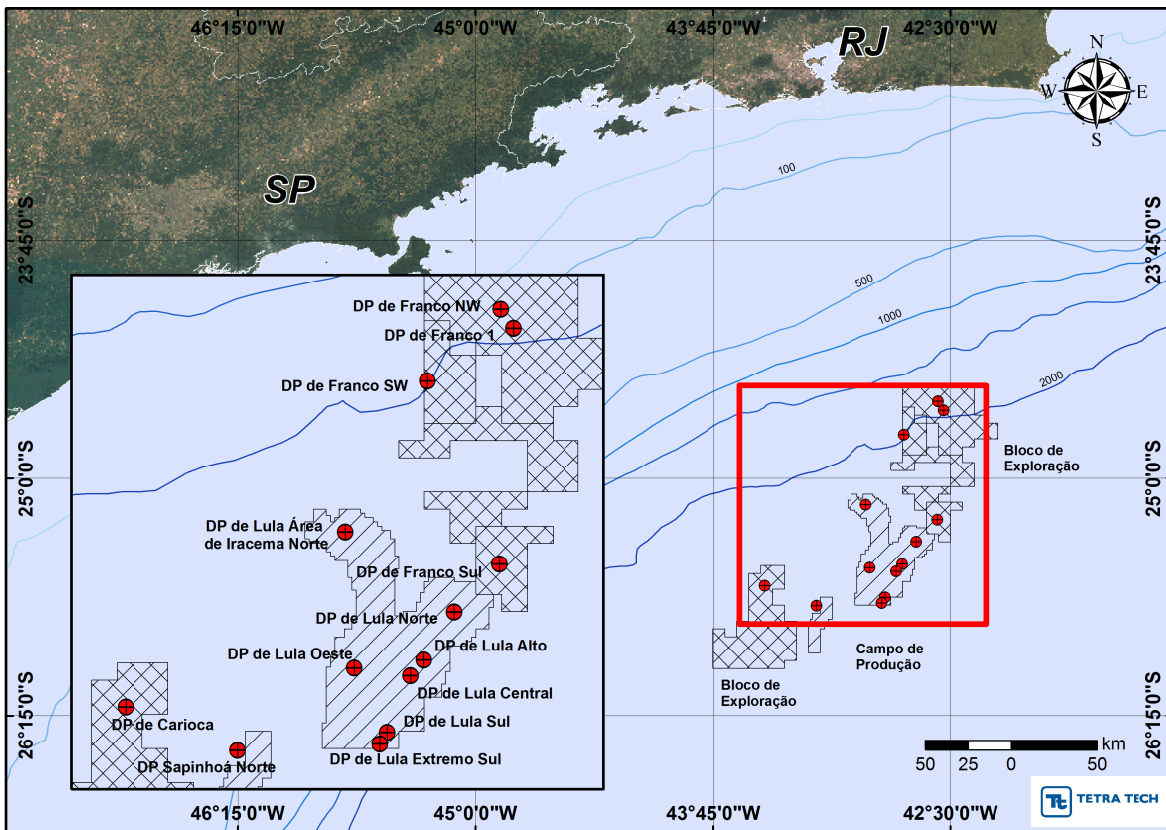
## **I.1 ÁREA DE ESTUDO**

As simulações da diluição e dispersão dos efluentes foram realizadas a partir dos DP, que fazem parte do Projeto Etapa 2, localizados na Bacia de Santos, conforme mostra a Figura I-1. As coordenadas dos pontos de lançamento foram especificadas pela PETROBRAS e são apresentadas na Tabela I-1.

**Tabela I-1 - Coordenadas e lâmina d'água (m) dos pontos de lançamento.**

| PONTO DE LANÇAMENTO              | SISTEMA DE REFERÊNCIA / PROJEÇÃO                 | LATITUDE      | LONGITUDE     | LÂMINA D'ÁGUA (m) |
|----------------------------------|--|---------------|---------------|-------------------|
| DP de Lula Sul                   | Sistema de Coordenadas Geográficas (SIRGAS 2000) | 25°37'44,78"S | 42°50'29,21"W | ~ 2.151           |
| DP de Lula Norte                 |  | 25°20'09,00"S | 42°40'43,60"W | ~ 2.134           |
| DP de Lula Área de Iracema Norte |  | 25°08'28,13"S | 42°56'39,34"W | ~ 2.207           |
| DP de Lula Central               |  | 25°29'28,76"S | 42°47'05,86"W | ~ 2.117           |
| DP de Lula Alto                  |  | 25°27'09,96"S | 42°45'08,90"W | ~ 2.117           |
| DP de Lula Oeste                 |  | 25°28'19,98"S | 42°55'20,22"W | ~ 2.100           |
| DP de Lula Extremo Sul           |  | 25°39'28,53"S | 42°51'34,02"W | ~ 2.100           |
| DP de Sapinhoá Norte             |  | 25°40'22,10"S | 43°12'22,29"W | ~ 2.122           |
| DP de Franco SW                  |  | 24°46'22,79"S | 42°44'36,13"W | ~ 1.950           |
| DP de Franco Sul                 |  | 25°13'08,56"S | 42°43'06,79"W | ~ 2.139           |
| DP de Franco NW                  |  | 24°35'52,99"S | 42°33'54,94"W | ~ 1.902           |
| DP de Franco 1                   |  | 24°38'40,15"S | 42°32'04,47"W | ~ 1.987           |
| DP de Carioca                    |  | 25°34'01,59"S | 43°28'46,44"W | ~ 2.182           |

Fonte: PETROBRAS.



**Figura I-1 - Localização das unidades localizadas na região do Pré-Sal, na Bacia de Santos. Fonte: NASA Landsat Program - Landsat 5 TM<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> Cortesia do *Global Land Cover Facility* ([www.landcover.org](http://www.landcover.org)): NASA (National Aeronautics and Space Administration). *Landsat Program*, 2009, *Landsat TM*; L1T, USGS, Sioux Falls. 1988-2007. Disponível em: <<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/>>. Acesso em 20/01/2011.

## **II CARACTERÍSTICAS DO DESCARTE E COMPOSIÇÃO DOS EFLUENTES DA URS**

A seguir são apresentadas as características do descarte e da composição dos efluentes considerados neste estudo.

Ressalta-se que, uma vez que não existem informações disponíveis, atualmente, sobre a configuração de descarte desses efluentes, foram consideradas neste estudo, três opções de lançamento de forma a cobrir todas as possibilidades envolvidas nas operações de descarte. A Opção 01 considera o lançamento horizontal ocorrendo na superfície, a Opção 02 também considera um lançamento horizontal, mas ocorrendo 3 m abaixo da superfície e a Opção 03 considera um lançamento ocorrendo a 20 m acima da superfície, com ângulo vertical de lançamento de 90° em relação a horizontal (apontando para baixo).

De maneira análoga, esta mesma ressalva se aplica às informações a respeito da composição dos efluentes que serão descartados. Dessa forma, para as simulações foram utilizadas informações baseadas em efluentes de outras unidades.

Na Tabela II-1 são apresentadas as características do descarte de efluente da URS considerado na modelagem a partir de cada ponto de lançamento.

**Tabela II-1 - Parâmetros utilizados para a modelagem das plumas de descarte de água produzida a partir de cada ponto de lançamento.**

| PONTO DE LANÇAMENTO                 | OPÇÕES DE LANÇAMENTO  | DIÂMETRO TUBULAÇÃO      | LÂMINA D'ÁGUA  | VAZÃO DO EFLUENTE        |                          |
|-------------------------------------|---|-------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| DP de Lula Sul                      | Opção 01:<br>lançamento horizontal<br>ocorrendo na superfície | 16"                     | ~ 2.151 m  | 9.540 m <sup>3</sup> /d  |                          |
| DP de Lula Norte                    |   |                         | ~ 2.134 m  | 9.540 m <sup>3</sup> /d  |                          |
| DP de Lula<br>Área de Iracema Norte |   |                         | ~ 2.207 m  | 12.720 m <sup>3</sup> /d |                          |
| DP de Lula Central                  |   |                         | ~ 2.117 m  | 9.540 m <sup>3</sup> /d  |                          |
| DP de Lula Alto                     |   |                         | ~ 2.117 m  | 9.540 m <sup>3</sup> /d  |                          |
| DP de Lula Oeste                    |   |                         | Opção 02:<br>lançamento horizontal<br>ocorrendo 3 m abaixo<br>da superfície                    | ~ 2.100 m                | 9.540 m <sup>3</sup> /d  |
| DP de Lula Extremo Sul              |   |                         |  | ~ 2.100 m                | 9.540 m <sup>3</sup> /d  |
| DP de Sapinhoá Norte                |   |                         |  | ~ 2.122 m                | 9.540 m <sup>3</sup> /d  |
| DP de Franco SW                     |   |                         | Opção 03:<br>lançamento vertical<br>(apontando p/ baixo) ocorrendo<br>20 m acima da superfície | ~ 1.950 m                | 10.600 m <sup>3</sup> /d |
| DP de Franco Sul                    |   |                         |  | ~ 2.139 m                | 10.600 m <sup>3</sup> /d |
| DP de Franco NW                     |   |                         |  | ~ 1.902 m                | 10.600 m <sup>3</sup> /d |
| DP de Franco 1                      |   |                         |  | ~ 1.987 m                | 10.600 m <sup>3</sup> /d |
| DP de Carioca                       | ~ 2.182 m   | 7.950 m <sup>3</sup> /d |  |                          |                          |

Fonte: PETROBRAS.

A Tabela II-2 apresenta as características do efluente da URS, fornecidas pela PETROBRAS.

**Tabela II-2 - Características do efluente de água produzida.**

| PARÂMETROS PARA MODELAGEM DO EFLUENTE DE ÁGUA PRODUZIDA |                           |
|---|---------------------------|
| Temperatura do efluente                                 | 20,0 °C                   |
| Salinidade do efluente                                  | 48,094 mg/L               |
| Densidade do efluente                                   | 1.029,0 kg/m <sup>3</sup> |

Fonte: PETROBRAS.

Neste estudo foram utilizados dois critérios ambientais para a determinação de alterações na qualidade da água da região de cada DP. O primeiro critério ambiental utilizado foi a comparação das concentrações do efluente da URS no

corpo receptor com a CENO, referente ao efluente sem e com biocida, e obtida nos testes de toxicidade com o equinodermo *Lytechinus variegatus*, de acordo com a Resolução do CONAMA nº 430/11. A Tabela II-3 apresenta o valor da CENO, e os fatores de diluição desta para os efluentes sem e com biocida simulados.

**Tabela II-3 - Resultados dos testes de toxicidade com o equinodermo *Lytechinus variegatus* realizados com amostras do efluente da URS.**

| EFLUENTE              | CENO* |                   |
|-----------------------|-------|-------------------|
|                       | %     | FATOR DE DILUIÇÃO |
| Sem adição de biocida | 12,5  | 1:8               |
| Com adição de biocida | 1,56  | 1:64              |

\* Concentração de Efeito Não Observado.

Fonte: PETROBRAS.

Como segundo critério ambiental, foram consideradas as máximas concentrações permitidas para o corpo receptor nas proximidades do ponto de lançamento A composição e as concentrações do efluente fornecidas pela PETROBRAS, as concentrações da legislação, segundo o Art. 18 da Resolução do CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005), referentes aos padrões de qualidade para Águas Salinas de Classe 1 e as diluições mínimas necessárias para enquadramento são apresentadas na Tabela II-4.

**Tabela II-4 - Composição, concentrações limite da legislação e diluição mínima para o enquadramento do efluente da URS.**

| COMPONENTES                                  | CONCENTRAÇÃO NO PONTO DE DESCARTE (mg/L) | LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 ART. 18 (mg/L) | DILUIÇÃO MÍNIMA PARA ENQUADRAMENTO (vezes) |
|--|--|---|--|
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0                                      | 1,0   | –  |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0                                    | –   | –  |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0                                  | –   | –  |
| Cloro (Cl <sup>-</sup> )                     | 29.185,0                                 | –   | –  |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0                                     | –   | –  |
| Ferro total                                  | 1,0                                      | 0,3   | 3,3  |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0                                  | –   | –  |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0                                      | 0,4   | 2,5  |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0                                    | –   | –  |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0                                 | –   | –  |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0                                 | –   | –  |



### **III MODELAGEM DA DILUIÇÃO E DISPERSÃO DE EFLUENTES**

A modelagem do transporte de plumas de efluentes compreende a modelagem de dois domínios conhecidos como campo próximo e campo afastado. O campo próximo corresponde à zona de diluição inicial onde prevalecem os efeitos oriundos da fonte ativa (sistema de disposição oceânica, composto por um ou vários orifícios, por exemplo), caracterizados pela velocidade inicial de ejeção (quantidade de movimento inicial do jato) e a diferença de densidade entre o efluente e o meio (empuxo inicial do jato). Esta zona possui uma escala espacial com ordens de grandeza de metros a dezenas de metros, e escala temporal da ordem de segundos a centenas de segundos.

O campo afastado compreende a região onde passam a predominar os efeitos da dinâmica passiva na diluição da pluma, *i.e.* não influenciada pela fonte ativa, mas apenas por fatores ambientais. À medida que o efluente se afasta do ponto de descarte, os efeitos associados à velocidade inicial de ejeção diminuem, passando a predominar os efeitos associados à velocidade do ambiente. A região onde ocorre a transição entre estes dois efeitos define os limites entre estes domínios. A escala espacial do campo afastado possui ordens de grandeza de centenas de metros a quilômetros, e escala temporal da ordem de horas a dias.

A seguir, a modelagem do fator de diluição no campo próximo e os resultados para o efluente da URS são apresentados no Item III.1. No Item III.2 é apresentada a modelagem da diluição e dispersão no campo afastado e seus resultados.

### **III.1 MODELAGEM DA DILUIÇÃO NO CAMPO PRÓXIMO**

O modelo CORMIX<sup>2</sup>, desenvolvido na *Cornell University* sob contrato e aprovação da EPA<sup>3</sup> dos EUA, foi utilizado para simular o campo próximo do lançamento de efluentes a partir dos treze DP localizados no Polo Pré-Sal da Bacia de Santos. Este modelo (Anexo A) requer três tipos de parâmetros de entrada:

- As características ambientais, as quais descrevem as condições meteorológicas e oceanográficas esperadas para o local. Estas podem ser obtidas a partir de dados históricos ou a partir de resultados de modelagem (apresentadas em detalhes no Item III.1.1);
- As características do lançamento, descrevendo a geometria do sistema através do qual é realizado o lançamento;
- As características do efluente, os quais descrevem os parâmetros como a vazão e a densidade do efluente descartado.

#### **III.1.1 Características Ambientais**

Para modelagem no campo próximo são utilizados dados ambientais como salinidade, temperatura, campo de ventos e correntes. Estes dados são analisados com o objetivo de caracterizar a região de lançamento do efluente nos diferentes períodos sazonais (verão e inverno), e fornecer os valores de entrada no modelo que caracterizam cada cenário.

##### **III.1.1.1 Campos de Vento**

Para caracterização do regime de ventos na região de estudo foi utilizado um conjunto de dados variável no tempo e no espaço, proveniente de reanálise do NCEP/NCAR. Vale ressaltar que estes dados são resultados de simulações

---

<sup>2</sup> *Cornell Mixing Zone Expert System* ([www.cormix.info](http://www.cormix.info)).

<sup>3</sup> *Environmental Protection Agency*.

numéricas que utilizam as técnicas mais modernas em assimilação de dados em conjunto com a mais extensa base de dados disponível. Esta base de dados tem sido aprimorada e beneficiada pela inclusão de observações (coleta de dados) realizadas em diversos países. Maiores detalhes sobre os dados NCEP/NCAR são apresentados no Anexo C.

Os dados de reanálise do NCEP/NCAR têm originalmente uma resolução espacial de 2,5° e temporal de 6 horas. Para o presente trabalho estes dados foram linearmente interpolados, resultando numa grade com resolução de 24 km, em intervalos horários.

Os dados utilizados são referentes ao período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 1992. Em ASA (2011) são apresentadas análises dos ventos NCEP/NCAR realizadas pontualmente na região do estudo, a partir de uma série temporal extraída na região da Bacia de Santos.

### **III.1.1.2 Campos de Correntes**

Os campos de correntes utilizados na caracterização ambiental para a modelagem de descarte do efluente foram gerados a partir da modelagem hidrodinâmica apresentada em ASA (2010a,b; 2011), e utilizados em outros estudos do descarte de efluentes na Bacia de Santos (ASA, 2010a; 2011). Este modelo, que foi implementado com sucesso para a costa sul-sudeste do Brasil, possui uma resolução espacial de 100x300 elementos na horizontal por 20 camadas na vertical, em intervalos horários.

Para avaliar a sazonalidade das forças ambientais nos padrões de circulação e transporte, foram definidos dois campos hidrodinâmicos representativos dos períodos típicos de verão (janeiro a março) e inverno (junho a agosto) de 1992. A justificativa para a escolha deste ano também é apresentada em ASA (2011).

Considerando a simplificação quanto às correntes assumida pelo CORMIX (*i.e.* intensidade e direção de correntes constante) e a complexidade e importância do regime de fluxo neste domínio, optou-se por uma abordagem mais conservativa na determinação do fator de diluição do campo próximo.

Especificamente, utilizou-se um valor constante de intensidade de corrente correspondente ao percentil de 10% dos valores observados no modelo hidrodinâmico utilizado. Ou seja, 90% dos valores de intensidade da corrente observados no modelo hidrodinâmico são superiores (mais intensos) do que o valor utilizado nas simulações de campo próximo. Este valor foi utilizado com base nas exigências para avaliação de plumas de efluentes da EPA (BRANDSMA, 2004), de forma a fornecer a mínima diluição inicial, uma vez que a diluição do efluente tende a ser maior com o aumento da intensidade da corrente ambiente, que propicia um maior entranhamento do efluente na coluna d'água.

### III.1.1.3 Dados de Temperatura e Salinidade

Os dados de temperatura e salinidade utilizados na modelagem de diluição e dispersão de efluentes foram obtidos no Atlas Eletrônico de dados do WOCE<sup>4</sup>. Este experimento fez parte do *World Climate Research Programme* (WRCP), um programa realizado por um conjunto de mais de 30 países, em um esforço sem precedentes para coleta e observação dos oceanos, durante a década de 1990<sup>5</sup>.

Os dados de hidrografia são provenientes do *WOCE Hydrographic Program*<sup>6</sup> (via CTD e amostras de água), complementados com informações de temperatura de superfície obtidas via satélite (NOAA-n AVHRR).

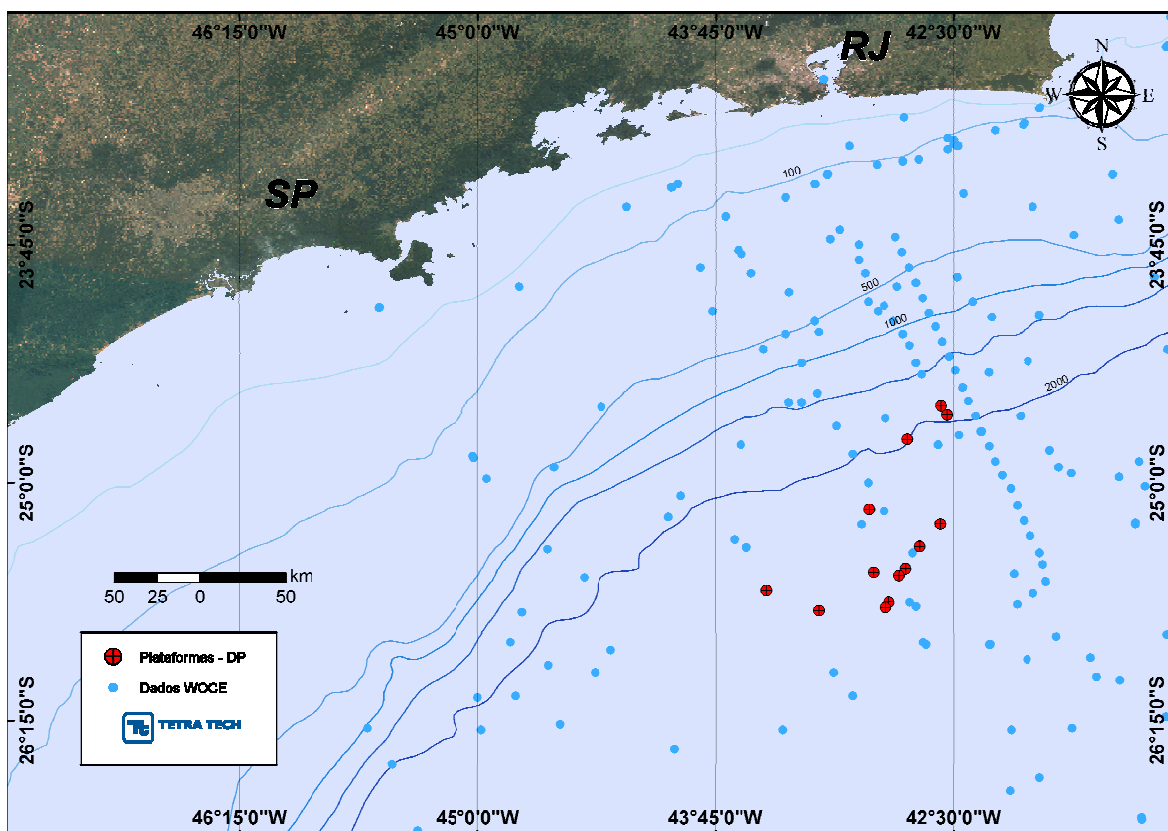
A partir destes dados coletados em diferentes estações pelo programa WOCE (Figura III-1), foi gerado um campo de temperatura e salinidade para a área de estudo, e então extraídos os valores de superfície e de fundo, para as coordenadas de cada DP, apresentados na Tabela III-1.

---

<sup>4</sup> *World Ocean Circulation Experiment*. Cópias destes dados são distribuídas em DVD a partir do *WOCE Global Dataset* (versão 3.0) do *National Oceanographic Data Center* (NODC) dos Estados Unidos, ou disponíveis em: <[http://woce.nodc.noaa.gov/woce\\_v3/wocedata\\_1/](http://woce.nodc.noaa.gov/woce_v3/wocedata_1/)>.

<sup>5</sup> O conjunto completo de todas as referências do WOCE está disponível em: <[http://woce.nodc.noaa.gov/woce\\_v3/wocedata\\_1/wocedocs/bibliography/index.htm](http://woce.nodc.noaa.gov/woce_v3/wocedata_1/wocedocs/bibliography/index.htm)>.

<sup>6</sup> *WOCE Hydrographic Program Office*. *Scripps Institution of Oceanography*. *University of California, San Diego*. *La Jolla, CA 92093* - S. Diggs, J. Kappa, D. Kinkade, and J. Swift, *September 2002*.



**Figura III-1** - Localização do conjunto de dados do WOCE utilizados na obtenção das informações de densidade para as simulações de diluição e dispersão de efluentes descartados a partir de cada DP.

Os procedimentos de análise, filtragem e interpolação, realizados nesses dados, foram realizados em quatro etapas:

1. Para selecionar a região e período de interesse, foi utilizado o *software* ODV<sup>7</sup>, resultando em vários arquivos ASCII (contendo as informações de longitude, latitude, dado e *flag*), de temperatura e salinidade mensais, um para cada nível vertical escolhido;
2. Antes de serem interpolados, os dados foram filtrados, utilizando a opção de exclusão das estações ruins, no ODV. A *flag* presente em cada um representa a qualidade do dado coletado conforme avaliação realizada pelo órgão que o disponibiliza. O ODV reconhece estas *flags* de classificação do dado como, por exemplo, “aceitável”, “ruim”,

<sup>7</sup> Ocean Data View. Disponível em: <<http://odv.awi.de/en/software/download/>>.

“questionável”, “não calibrada”, dentre outras opções. Maiores informações podem ser obtidas em seu manual de instrução<sup>8</sup>.

3. Após a interpolação, foi realizada ainda, a exclusão dos dados que estivessem fora do intervalo de confiança (*i.e.* o valor da média mais quatro desvios padrão). Este intervalo foi estabelecido com base em um conjunto de dados climatológicos interpolados segundo a metodologia de Levitus & Boyer (1994). Estes dados climatológicos se baseiam no *World Ocean Atlas* 1994 (descrito em Levitus & Boyer, 1994).
4. No *software* SURFER foi realizada a análise prévia de variância (variograma) e a posterior interpolação, realizada com o método de krigagem;
5. Os arquivos no formato ASCII foram compostos em arquivos sazonais de temperatura e salinidade e convertidos para o formato netCDF através do *software* FERRET.<sup>9</sup>

O modelo CORMIX não adota explicitamente a salinidade e a temperatura como parâmetros de caracterização da coluna d'água, mas sim a densidade. Porém, como este é um parâmetro que pode ser determinado a partir da salinidade e da temperatura, estes dados foram utilizados para o cálculo da densidade através da equação de estado da água do mar desenvolvida por Fofonoff & Milard (1983).

---

<sup>8</sup> *Ocean Data View User's Guide*. Disponível em: <[http://odv.awi.de/fileadmin/user\\_upload/odv/misc/odv4Guide.pdf](http://odv.awi.de/fileadmin/user_upload/odv/misc/odv4Guide.pdf)>.

<sup>9</sup> Disponível em: <<http://ferret.pmel.noaa.gov/Ferret/home>>.

**Tabela III-1 - Valores de densidade obtidos dos dados do WOCE (superfície e fundo) nas coordenadas de cada DP.**

| PONTO DE LANÇAMENTO              | PROFUNDIDADE (m) | DENSIDADE (kg/m <sup>3</sup> ) |          |
|----------------------------------|------------------|--------------------------------|----------|
|                                  |                  | VERÃO                          | INVERNO  |
| DP de Lula Sul                   | 0                | 1.024,31                       | 1.025,45 |
|                                  | 100              | 1.026,05                       | 1.026,02 |
|                                  | ~ 2.151          | 1.036,64                       | 1.036,67 |
| DP de Lula Norte                 | 0                | 1.024,30                       | 1.025,42 |
|                                  | 100              | 1.026,06                       | 1.026,04 |
|                                  | ~ 2.134          | 1.036,65                       | 1.036,67 |
| DP de Lula Área de Iracema Norte | 0                | 1.024,27                       | 1.025,37 |
|                                  | 100              | 1.026,08                       | 1.026,11 |
|                                  | ~ 2.207          | 1.036,64                       | 1.036,67 |
| DP de Lula Central               | 0                | 1.024,31                       | 1.025,42 |
|                                  | 100              | 1.026,06                       | 1.026,04 |
|                                  | ~ 2.117          | 1.036,65                       | 1.036,67 |
| DP de Lula Alto                  | 0                | 1.024,30                       | 1.025,42 |
|                                  | 100              | 1.026,05                       | 1.026,03 |
|                                  | ~ 2.117          | 1.036,64                       | 1.036,66 |
| DP de Lula Oeste                 | 0,0              | 1.023,85                       | 1.025,27 |
|                                  | 1.000,0          | 1.031,88                       | 1.032,13 |
| DP de Lula Extremo Sul           | 0,0              | 1.023,82                       | 1.025,26 |
|                                  | 1.000,0          | 1.031,87                       | 1.032,15 |
| DP de Sapinhoá Norte             | 0                | 1.024,27                       | 1.025,44 |
|                                  | 100              | 1.026,05                       | 1.026,03 |
|                                  | ~ 2.122          | 1.036,62                       | 1.036,66 |
| DP de Franco SW                  | 0                | 1.024,21                       | 1.025,27 |
|                                  | 100              | 1.026,20                       | 1.026,25 |
|                                  | ~ 1.950          | 1.035,54                       | 1.035,53 |
| DP de Franco Sul                 | 0                | 1.024,33                       | 1.025,38 |
|                                  | 100              | 1.026,09                       | 1.026,07 |
|                                  | ~ 2.139          | 1.036,70                       | 1.036,68 |
| DP de Franco 1                   | 0                | 1.024,25                       | 1.025,28 |
|                                  | 100              | 1.026,18                       | 1.026,19 |
|                                  | ~ 1.987          | 1.035,54                       | 1.035,53 |
| DP de Franco NW                  | 0                | 1.024,25                       | 1.025,28 |
|                                  | 100              | 1.026,18                       | 1.026,19 |
|                                  | ~ 1.902          | 1.035,54                       | 1.035,53 |
| DP de Carioca                    | 0                | 1.024,25                       | 1.025,42 |
|                                  | 100              | 1.026,06                       | 1.026,04 |
|                                  | ~ 2.182          | 1.035,55                       | 1.036,65 |

### **III.1.2 Características do Lançamento**

As características do lançamento dos efluentes de água produzida foram apresentadas em detalhes no Capítulo II, e consideraram que, uma vez que não existem informações disponíveis sobre a configuração de descarte dos efluentes, estes serão realizados através de um orifício com diâmetro de 16", ocorrendo em locais com lâmina d'água variando de, aproximadamente, 1.900 a 2.200 m de profundidade, através de três opções de lançamento.

A Opção 01 considera o lançamento horizontal ocorrendo na superfície, a Opção 02 também considera um lançamento horizontal, mas ocorrendo 3 m abaixo da superfície e a Opção 03 considera um lançamento ocorrendo a 20 m acima da superfície, com ângulo vertical de lançamento de 90° em relação a horizontal (apontando para baixo).

Em função da profundidade local e da pequena diferença de profundidade de descarte entre a Opção 01 e a Opção 02, os resultados obtidos são muito semelhantes. Dessa forma, como o lançamento na Opção 01 pode estar acima ou abaixo da linha d'água, dependendo do calado da embarcação, optou-se por realizar o lançamento a meio metro acima d'água.

O efluente de água produzida é descartado continuamente ao longo de 24 horas, com vazões variando de 7.950 a 12.720 m<sup>3</sup>/dia, conforme apresentado na Tabela II-1.

### **III.1.3 Características dos Efluentes**

As características dos efluentes de água produzida também foram descritas no Capítulo II. Nestas simulações considerou-se um composto conservativo para a representação dos efluentes, uma vez que este sofre apenas os processos físicos da diluição, sem os efeitos dos processos bioquímicos.

Assim como para os dados ambientais, o CORMIX também não adota explicitamente a salinidade e a temperatura como parâmetros de caracterização do efluente, mas sim a densidade, apresentada Tabela III-1.



### III.1.4 Descrição das Simulações de Campo Próximo

As simulações para a determinação da diluição e dispersão do efluente da URS descartado a partir dos treze DP consideraram os períodos sazonais de verão e inverno, além das diferentes opções de lançamento de efluentes.

Como o CORMIX possui uma limitação no valor de entrada da profundidade, *i.e.* a profundidade máxima permitida é de 1.000 m, optou-se por selecionar apenas a camada na qual o efluente efetivamente se encontra. Esta camada foi determinada após testes preliminares de sensibilidade do modelo.

Da Tabela III-2 até a Tabela III-4 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Lula Sul.

**Tabela III-2 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Sul.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0627           | 0,1112       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s) <sup>10</sup>                | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,31         | 1.025,45     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,05         | 1.026,02     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 0,5              | 0,5          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

<sup>10</sup> Dado de entrada necessário para o correto funcionamento do modelo, mas desconsiderado na modelagem do campo próximo.

**Tabela III-3 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Sul.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0627           | 0,1112       |
|                 | Coeficiente de Manning                                 | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,31         | 1.025,45     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,05         | 1.026,02     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Profundidade da porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
|                 | Ângulo Horizontal SIGMA                                | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-4 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Sul.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0627           | 0,1112       |
|                 | Coeficiente de Manning                                 | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,31         | 1.025,45     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,05         | 1.026,02     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

Da Tabela III-5 até a Tabela III-7 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Lula Norte.

**Tabela III-5 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Norte.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0497           | 0,0881       |
|                 | Coeficiente de Manning                                 | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,30         | 1.025,42     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,06         | 1.026,04     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 0,5              | 0,5          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-6 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Norte.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0497           | 0,0881       |
|                 | Coeficiente de Manning                                 | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,30         | 1.025,42     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,06         | 1.026,04     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Profundidade da porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
|                 | Ângulo Horizontal SIGMA                                | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-7 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Norte.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0497           | 0,0881       |
|                 | Coeficiente de Manning                                 | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,30         | 1.025,42     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,06         | 1.026,04     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

Da Tabela III-8 até a Tabela III-10 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Lula Área de Iracema Norte.

**Tabela III-8 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0348           | 0,0303       |
|                 | Coeficiente de Manning                                 | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,21         | 1.025,27     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,20         | 1.026,25     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1472           | 0,1472       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 0,5              | 0,5          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-9 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0348           | 0,0303       |
|                 | Coeficiente de Manning                                 | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,21         | 1.025,27     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,20         | 1.026,25     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1472           | 0,1472       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Profundidade da porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
|                 | Ângulo Horizontal SIGMA                                | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-10 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0348           | 0,0303       |
|                 | Coeficiente de Manning                                 | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,21         | 1.025,27     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,20         | 1.026,25     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1472           | 0,1472       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

Da Tabela III-11 até a Tabela III-13 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Lula Central.

**Tabela III-11 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Central.**

| PARÂMETROS             |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|------------------------|--|------------------|--------------|
|                        |  | VERÃO            | INVERNO      |
| <b>Ambiente</b>        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                        | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                        | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,054            | 0,099        |
|                        | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                        | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                        | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,31         | 1.025,42     |
|                        | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,06         | 1.026,04     |
| <b>Efluente</b>        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                        | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                        | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| <b>Descarte</b>        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                        | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                        | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                        | Altura da porta (m)                                    | 0,5              | 0,5          |
|                        | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| <b>Zona de Mistura</b> | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                        | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-12 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Central.**

| PARÂMETROS             |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|------------------------|--|------------------|--------------|
|                        |  | VERÃO            | INVERNO      |
| <b>Ambiente</b>        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                        | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                        | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,054            | 0,099        |
|                        | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                        | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                        | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,31         | 1.025,42     |
|                        | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,06         | 1.026,04     |
| <b>Efluente</b>        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                        | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                        | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| <b>Descarte</b>        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                        | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                        | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                        | Profundidade da porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                        | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
|                        | Ângulo Horizontal SIGMA                                | 0°               | 0°           |
| <b>Zona de Mistura</b> | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                        | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-13 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Central.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,054            | 0,099        |
|                 | Coeficiente de Manning                                 | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,31         | 1.025,42     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,06         | 1.026,04     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

Da Tabela III-14 até a Tabela III-16 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Lula Alto.

**Tabela III-14 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Alto.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0428           | 0,0843       |
|                 | Coeficiente de Manning                                 | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,30         | 1.025,42     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,05         | 1.026,03     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 0,5              | 0,5          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |



**Tabela III-15 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Alto.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0428           | 0,0843       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,30         | 1.025,42     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,05         | 1.026,03     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Profundidade da porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
|                 | Ângulo Horizontal SIGMA                                | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-16 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Alto.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0428           | 0,0843       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,30         | 1.025,42     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,05         | 1.026,03     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

Da Tabela III-17 até a Tabela III-19 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Lula Oeste.



**Tabela III-17 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Oeste.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 1.000,0          | 1.000,0      |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 1.000,0          | 1.000,0      |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0570           | 0,0655       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.023,85         | 1.025,27     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.031,88         | 1.032,13     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 2.000,0          | 2.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4060           | 0,4060       |
|                 | Altura do descarte (m)                                 | 0,5              | 0,5          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 50.000,0         | 50.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 30,0             | 30,0         |

**Tabela III-18 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Oeste.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 1.000,0          | 1.000,0      |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 1.000,0          | 1.000,0      |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0570           | 0,0655       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.023,85         | 1.025,27     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.031,88         | 1.032,13     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 2.000,0          | 2.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4060           | 0,4060       |
|                 | Profundidade da porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 50.000,0         | 50.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 30,0             | 30,0         |

**Tabela III-19 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Oeste.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 1.000,0          | 1.000,0      |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 1.000,0          | 1.000,0      |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0570           | 0,0655       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.023,85         | 1.025,27     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.031,88         | 1.032,13     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 2.000,0          | 2.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4060           | 0,4060       |
|                 | Altura do descarte (m)                                 | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | -90°             | -90°         |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 50.000,0         | 50.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 30,0             | 30,0         |

Da Tabela III-20 até a Tabela III-22 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Lula Extremo Sul.

**Tabela III-20 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 1.000,0          | 1.000,0      |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 1.000,0          | 1.000,0      |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0586           | 0,0759       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.023,82         | 1.025,26     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.031,87         | 1.032,15     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.0290,00        | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 2.000,0          | 2.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4060           | 0,4060       |
|                 | Altura do descarte (m)                                 | 0,5              | 0,5          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 50.000,0         | 50.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 30,0             | 30,0         |

**Tabela III-21 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 1.000,0          | 1.000,0      |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 1.000,0          | 1.000,0      |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0586           | 0,0759       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.023,82         | 1.025,26     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.031,87         | 1.032,15     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.0290,00        | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 2.000,0          | 2.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4060           | 0,4060       |
|                 | Profundidade da Porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 50.000,0         | 50.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 30,0             | 30,0         |

**Tabela III-22 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 1.000,0          | 1.000,0      |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 1.000,0          | 1.000,0      |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0586           | 0,0759       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.023,82         | 1.025,26     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.031,87         | 1.032,15     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.0290,00        | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 2.000,0          | 2.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4060           | 0,4060       |
|                 | Altura do Descarte (m)                                 | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | -90°             | -90°         |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 50.000,0         | 50.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 30,0             | 30,0         |

Da Tabela III-23 até a Tabela III-25 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Sapinhoá Norte.

**Tabela III-23 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0204           | 0,0490       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,28         | 1.025,44     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,05         | 1.026,03     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 0,5              | 0,5          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-24 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0204           | 0,0490       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,28         | 1.025,44     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,05         | 1.026,03     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Profundidade da porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
|                 | Ângulo Horizontal SIGMA                                | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-25 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0204           | 0,0490       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,28         | 1.025,44     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,05         | 1.026,03     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1104           | 0,1104       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

Da Tabela III-26 a Tabela III-28 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Franco SW.

**Tabela III-26 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Franco SW.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0821           | 0,0808       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,21         | 1.025,27     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,20         | 1.026,25     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,123            | 0,123        |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 0,5              | 0,5          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-27 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Franco SW.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0821           | 0,0808       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,21         | 1.025,27     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,20         | 1.026,25     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,123            | 0,123        |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Profundidade da porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
|                 | Ângulo Horizontal SIGMA                                | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-28 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Franco SW.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0821           | 0,0808       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,21         | 1.025,27     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,20         | 1.026,25     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,123            | 0,123        |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

Da Tabela III-29 até a Tabela III-31 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Franco Sul.

**Tabela III-29 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Franco Sul.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0557           | 0,0912       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,33         | 1.025,38     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,09         | 1.026,07     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1226           | 0,1226       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 0,5              | 0,5          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-30 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Franco Sul.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0557           | 0,0912       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,33         | 1.025,38     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,09         | 1.026,07     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1226           | 0,1226       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Profundidade da porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
|                 | Ângulo Horizontal SIGMA                                | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |



**Tabela III-31 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Franco Sul.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0557           | 0,0912       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,33         | 1.025,38     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,09         | 1.026,07     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1226           | 0,1226       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

Da Tabela III-32 até a Tabela III-34 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Franco 1.

**Tabela III-32 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Franco 1.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0699           | 0,0508       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,25         | 1.025,28     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,18         | 1.026,19     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1226           | 0,1226       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 0,5              | 0,5          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |



**Tabela III-33 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Franco 1.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0699           | 0,0508       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,25         | 1.025,28     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,18         | 1.026,19     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1226           | 0,1226       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Profundidade da porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
|                 | Ângulo Horizontal SIGMA                                | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-34 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Franco 1.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0699           | 0,0508       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,25         | 1.025,28     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,18         | 1.026,19     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1226           | 0,1226       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
|                 | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
| Zona de Mistura | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

Da Tabela III-35 até a Tabela III-37 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Franco NW.

**Tabela III-35 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Franco NW.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0794           | 0,0590       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,25         | 1.025,28     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,18         | 1.026,19     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1226           | 0,1226       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 0,5              | 0,5          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-36 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Franco NW.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0794           | 0,0590       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,25         | 1.025,28     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,18         | 1.026,19     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1226           | 0,1226       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Profundidade da porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
|                 | Ângulo Horizontal SIGMA                                | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-37 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Franco NW.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0794           | 0,0590       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,25         | 1.025,28     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,18         | 1.026,19     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,1226           | 0,1226       |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

Da Tabela III-38 até a Tabela III-40 são apresentados os dados de entrada adotados nas simulações de verão e inverno com o modelo CORMIX, para o efluente da URS do DP de Carioca.

**Tabela III-38 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 01 do DP de Carioca.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0252           | 0,0169       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,25         | 1.025,42     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,06         | 1.026,04     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,092            | 0,092        |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 0,5              | 0,5          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-39 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 02 do DP de Carioca.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0252           | 0,0169       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,25         | 1.025,42     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,06         | 1.026,04     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,092            | 0,092        |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Profundidade da porta (m)                              | 3,0              | 3,0          |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 0°               | 0°           |
|                 | Ângulo Horizontal SIGMA                                | 0°               | 0°           |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

**Tabela III-40 - Dados de entrada adotados no campo próximo do efluente da URS para a Opção 03 do DP de Carioca.**

| PARÂMETROS      |  | DADOS DE ENTRADA |              |
|-----------------|--|------------------|--------------|
|                 |  | VERÃO            | INVERNO      |
| Ambiente        | Profundidade média (m)                                 | 100,0            | 100,0        |
|                 | Profundidade no ponto de descarte (m)                  | 100,0            | 100,0        |
|                 | Velocidade ambiente (m/s)                              | 0,0252           | 0,0169       |
|                 | Coefficiente de Manning                                | 0,01             | 0,01         |
|                 | Velocidade do vento (m/s)                              | 8,2              | 8,9          |
|                 | Densidade ambiente na superfície (kg/m <sup>3</sup> )  | 1.024,25         | 1.025,42     |
|                 | Densidade ambiente no fundo (kg/m <sup>3</sup> )       | 1.026,06         | 1.026,04     |
| Efluente        | Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /s)                  | 0,092            | 0,092        |
|                 | Densidade do efluente "non-fresh" (kg/m <sup>3</sup> ) | 1.029,00         | 1.029,00     |
|                 | Tipo de poluente                                       | conservativo     | conservativo |
| Descarte        | A margem mais próxima está a                           | esquerda         | esquerda     |
|                 | Distância até a margem mais próxima (m)                | 3.000,0          | 3.000,0      |
|                 | Diâmetro da porta (m)                                  | 0,4064           | 0,4064       |
|                 | Altura da porta (m)                                    | 20,0             | 20,0         |
|                 | Ângulo vertical THETA                                  | 90°              | 90°          |
| Zona de Mistura | Região de interesse (m)                                | 10.000,0         | 10.000,0     |
|                 | Número de intervalos para apresentação de resultados   | 20,0             | 20,0         |

### III.1.5 Resultados da Diluição do Campo Próximo

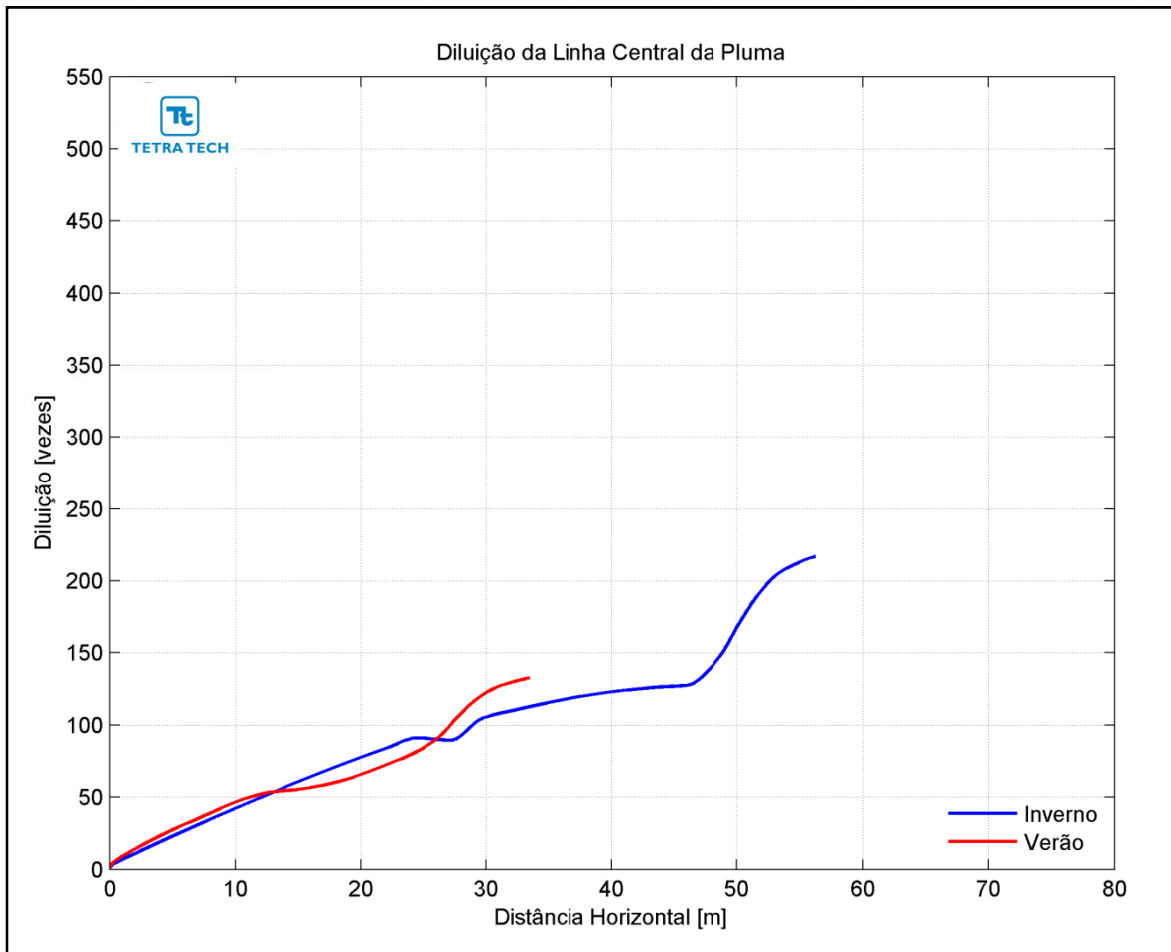
#### III.1.5.1 Desenvolvimento da Produção de Lula Sul

A Tabela III-41 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Sul. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-41 - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Sul.**

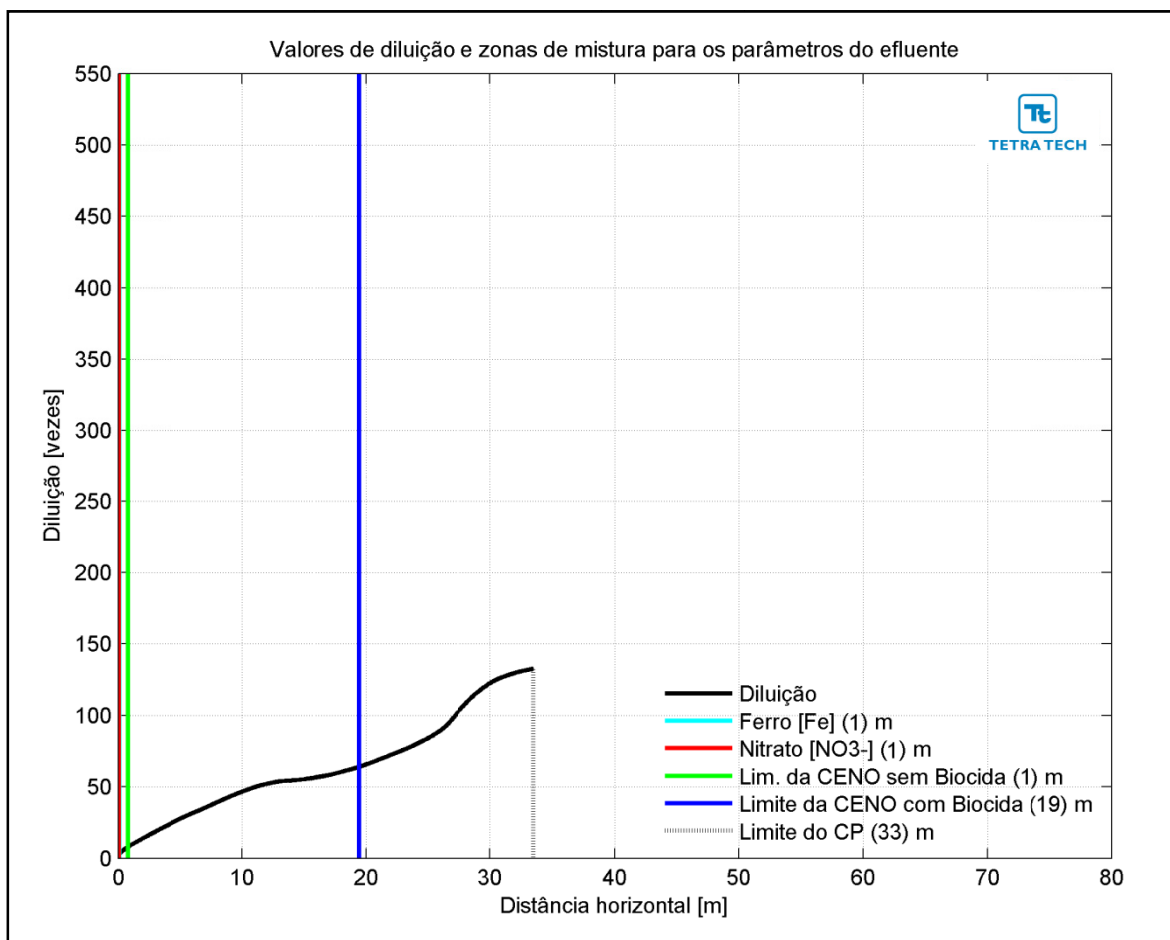
| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 132,7    | 217,1   | 58,9     | 146,7   | 180,6    | 542,9   |
| Espessura final da pluma (m)       | 10,81    | 10,38   | 7,20     | 8,53    | 6,07     | 16,42   |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 33,50    | 56,29   | 23,88    | 46,67   | 32,84    | 75,54   |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 18,41    | 21,36   | 14,81    | 15,99   | 20,93    | 24,33   |

A Figura III-2 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

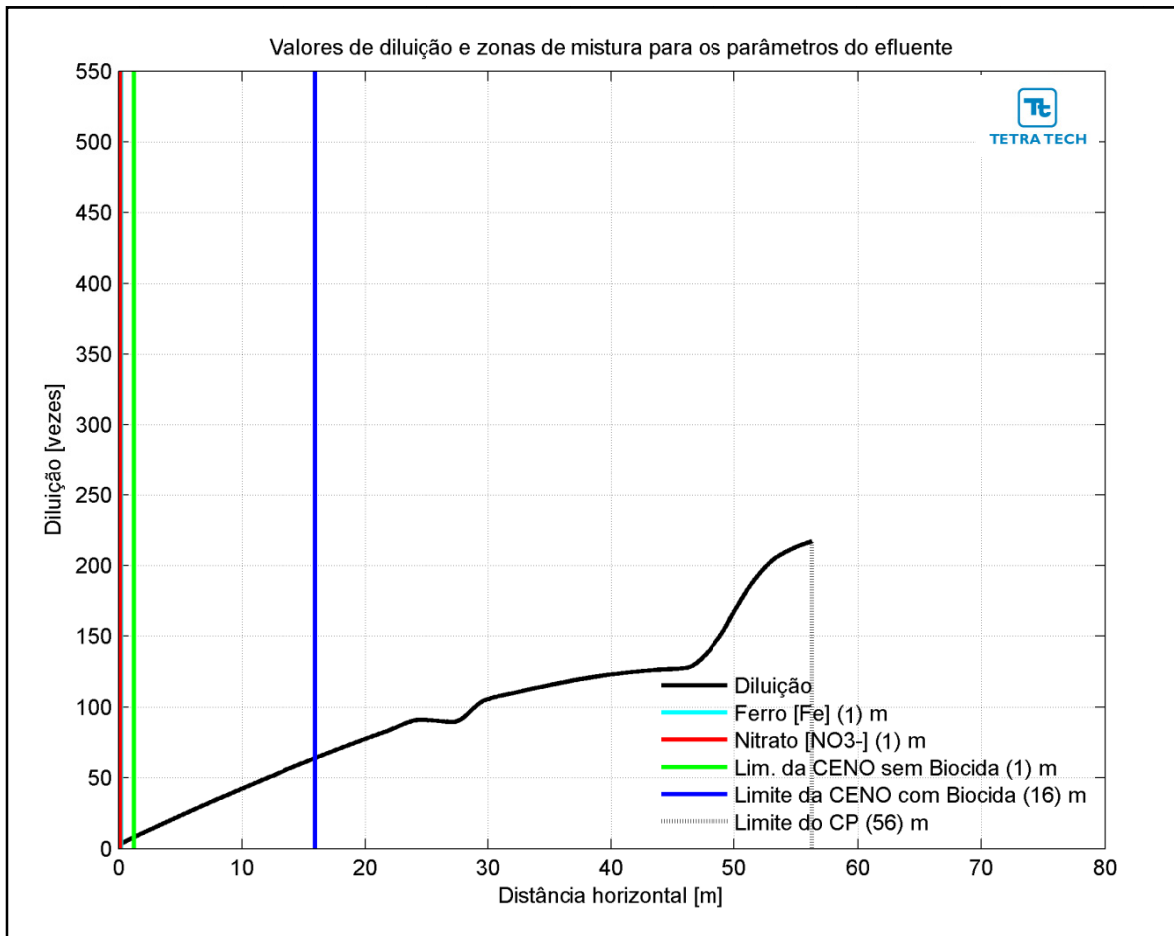


**Figura III-2 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno.**

Na Figura III-3 e na Figura III-4 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 19 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 33 m no verão para 56 m no inverno.



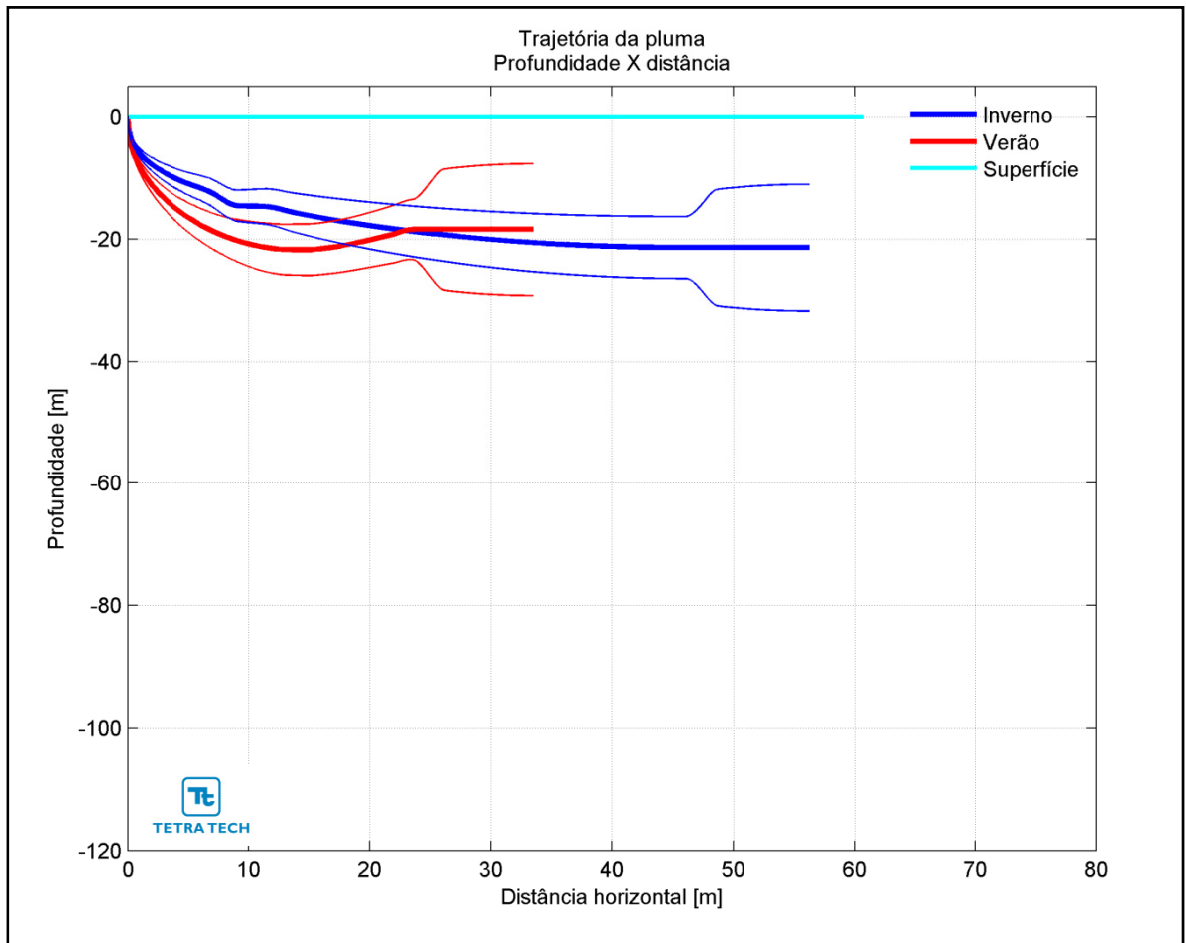
**Figura III-3** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



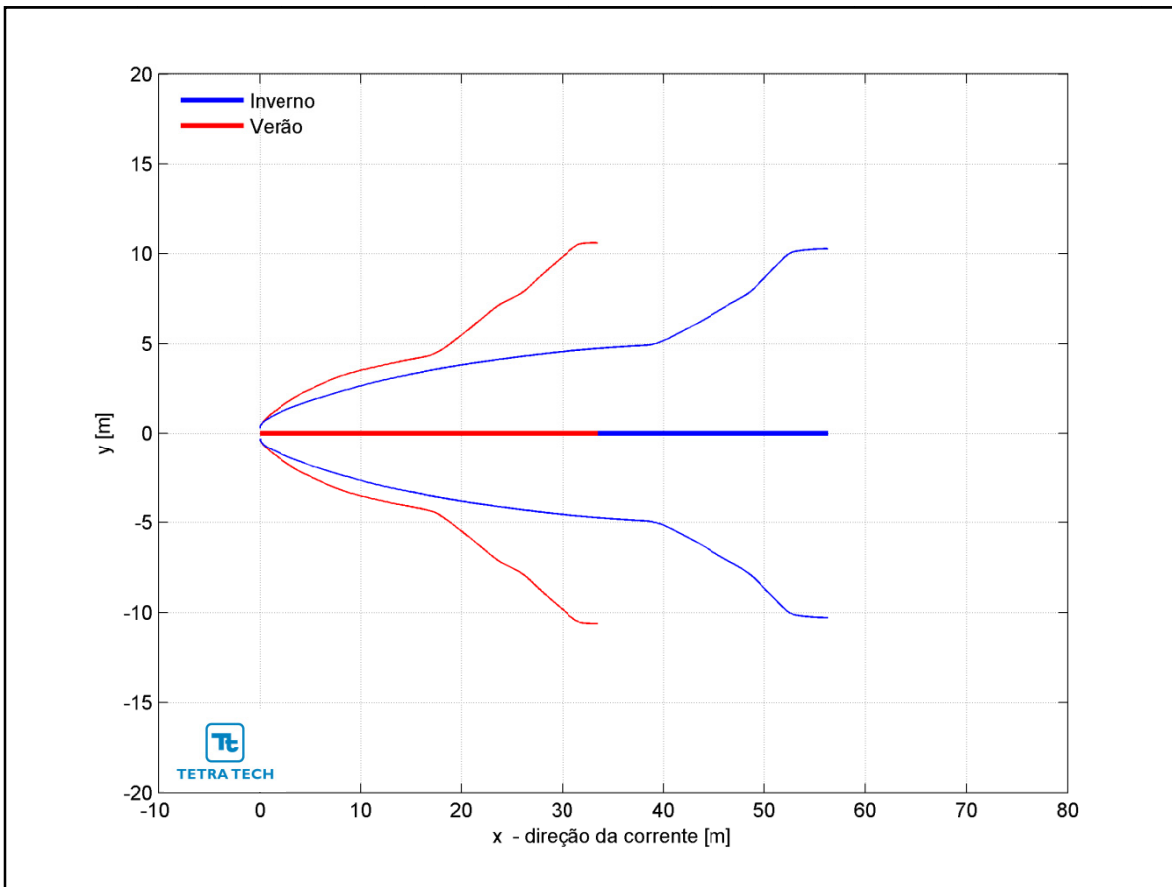
**Figura III-4** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-5 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 18 e 21 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-6 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



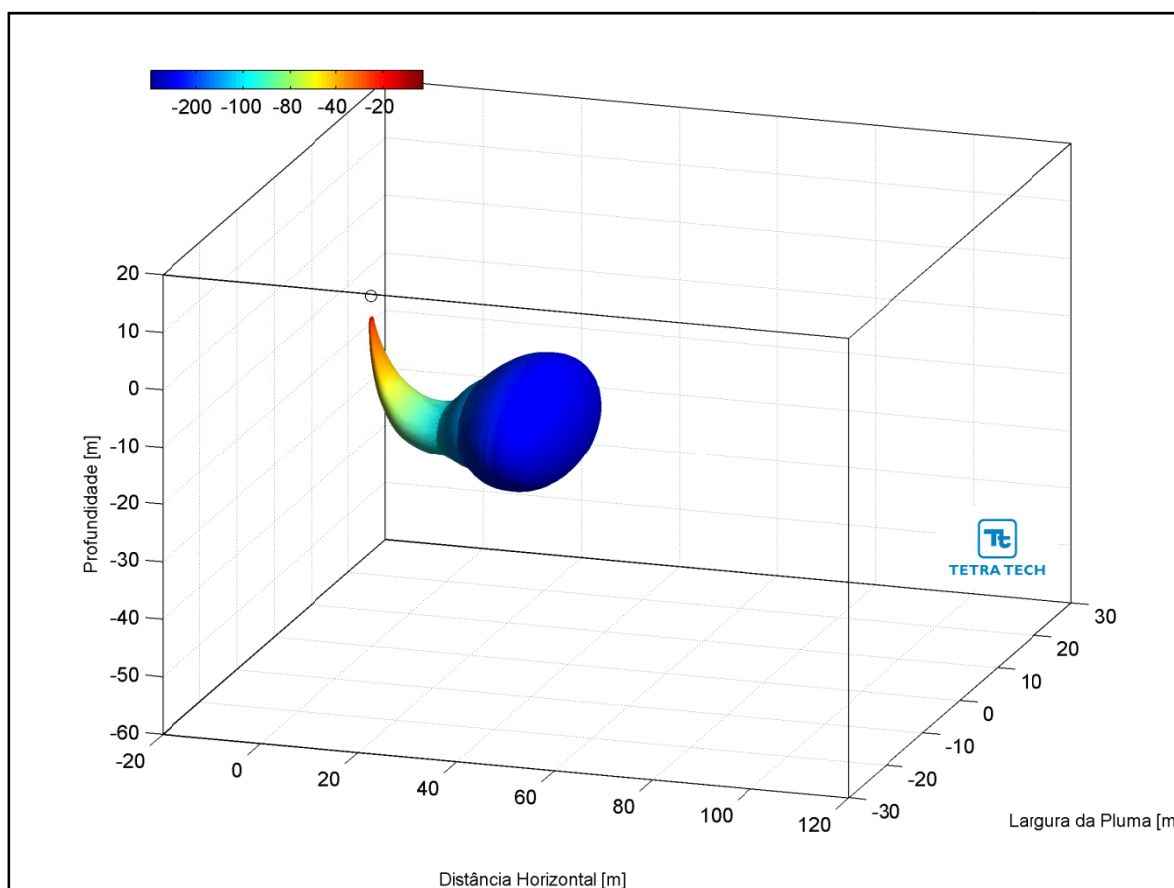


**Figura III-5 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno.**

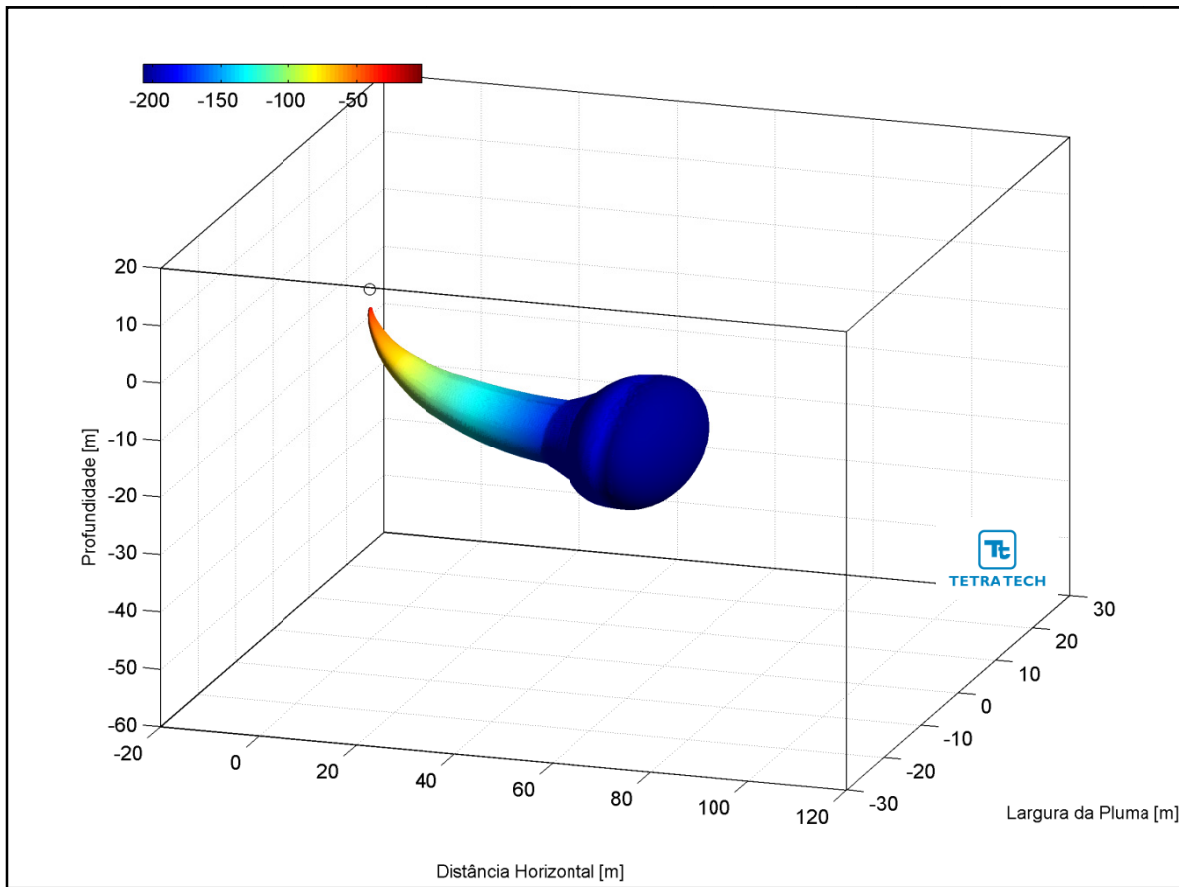


**Figura III-6 -** Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-7) e inverno (Figura III-8), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 20 metros, não atingindo a superfície.

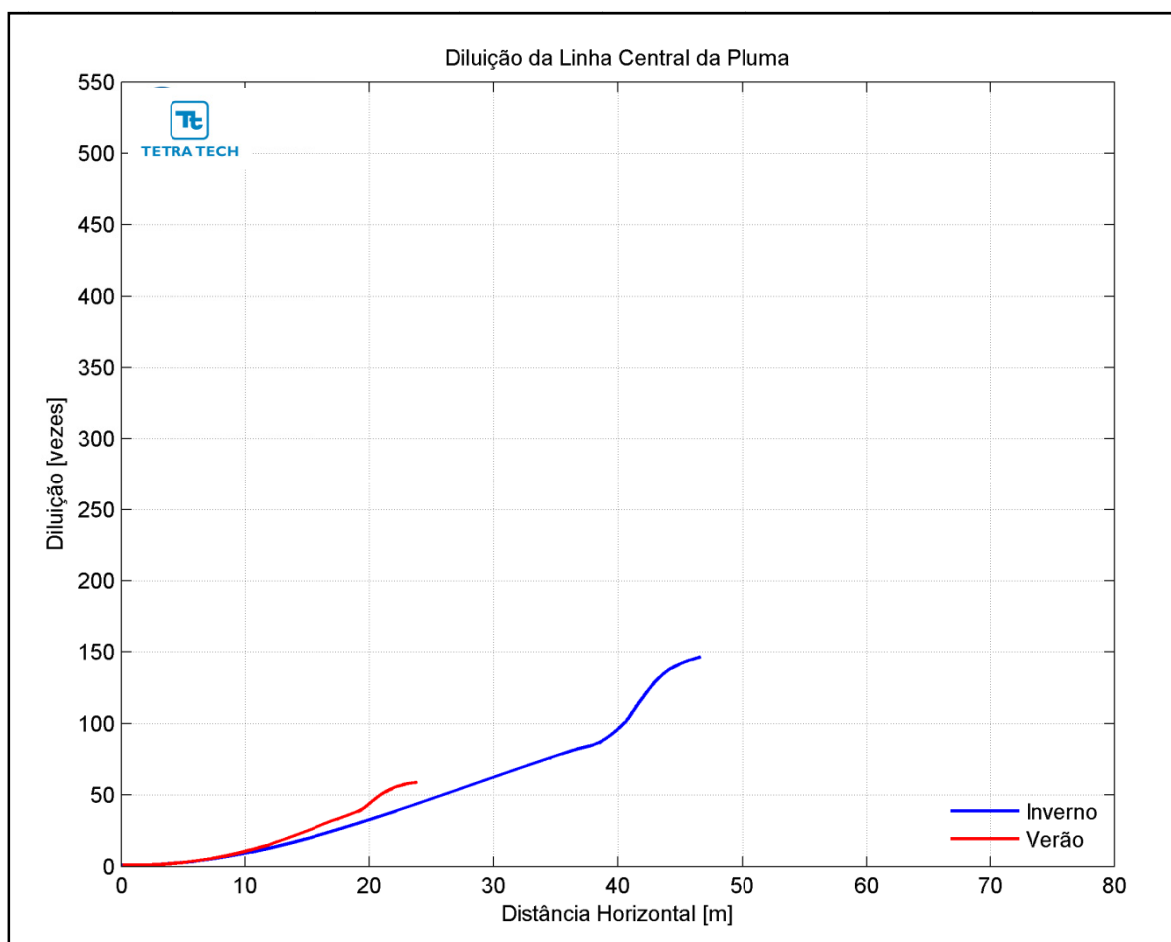


**Figura III-7** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Sul, no período de verão.



**Figura III-8** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Sul, no período de inverno.

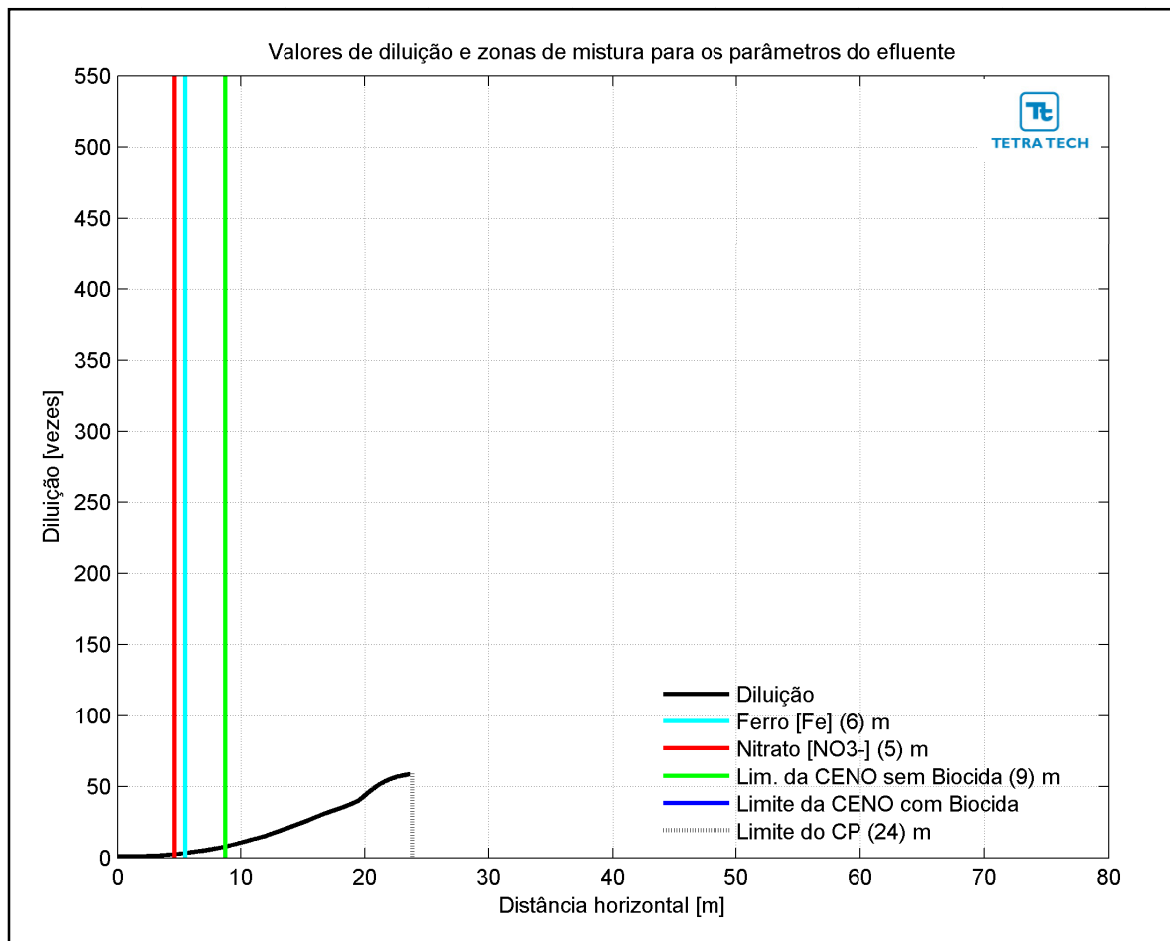
A Figura III-9 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.



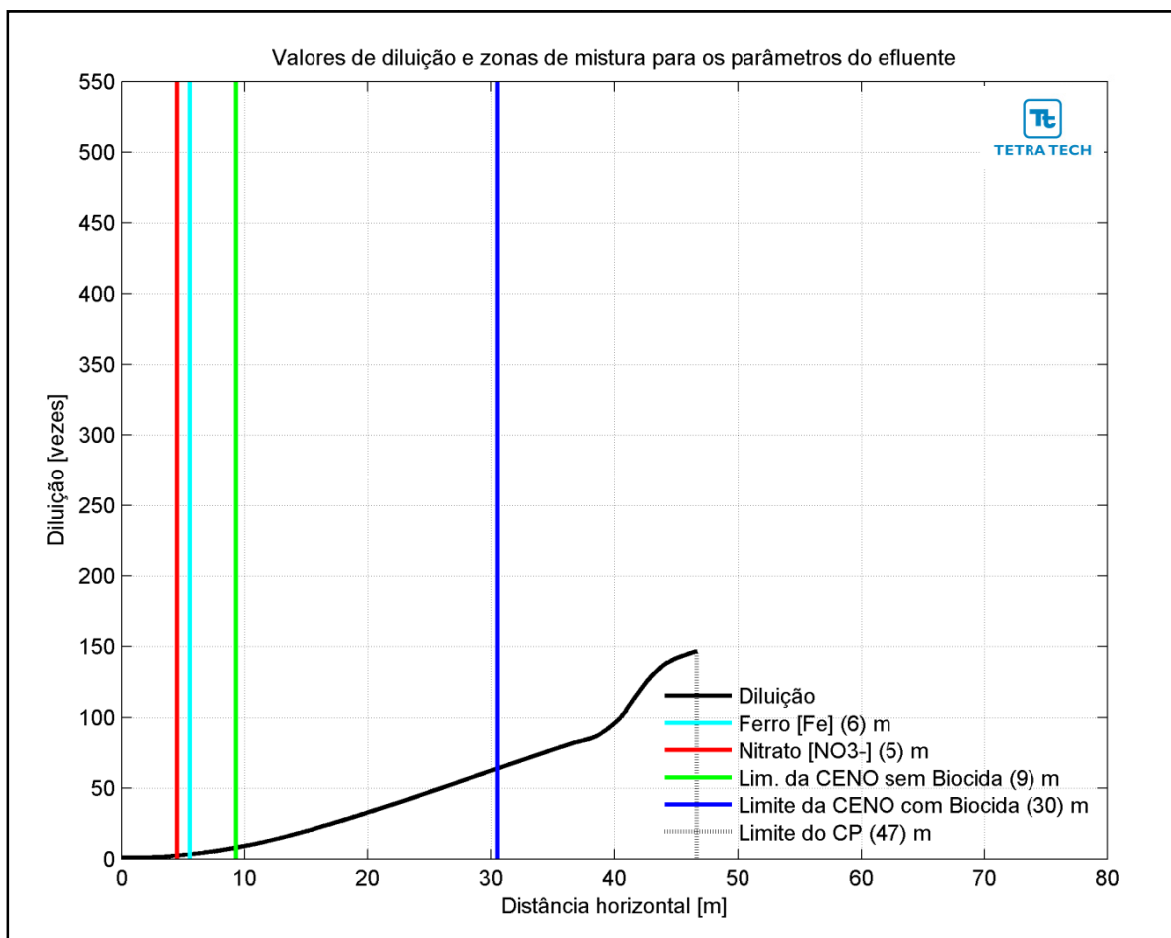
**Figura III-9 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno.**

Na Figura III-10 e na Figura III-11 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul e só há o enquadramento na legislação no período de inverno, a cerca de 30 m do ponto de lançamento. A posição da CENO sem biocida é indicada pela linha verde, e seu

enquadramento ocorre a uma distância de 9 m. Para os demais parâmetros do efluente (i.e. ferro e nitrato) as posições de enquadramento são iguais ou inferiores a 6 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 24 m no verão para 47 m no inverno.

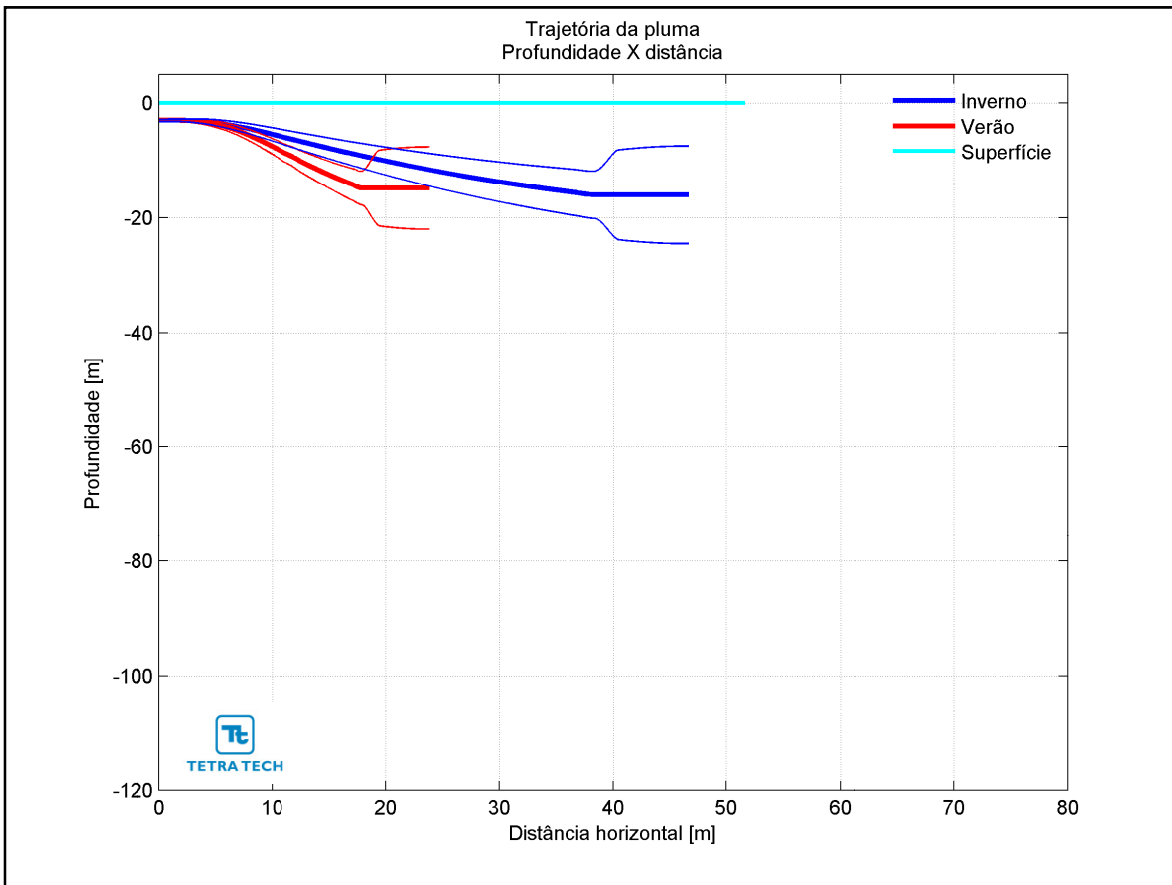


**Figura III-10** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



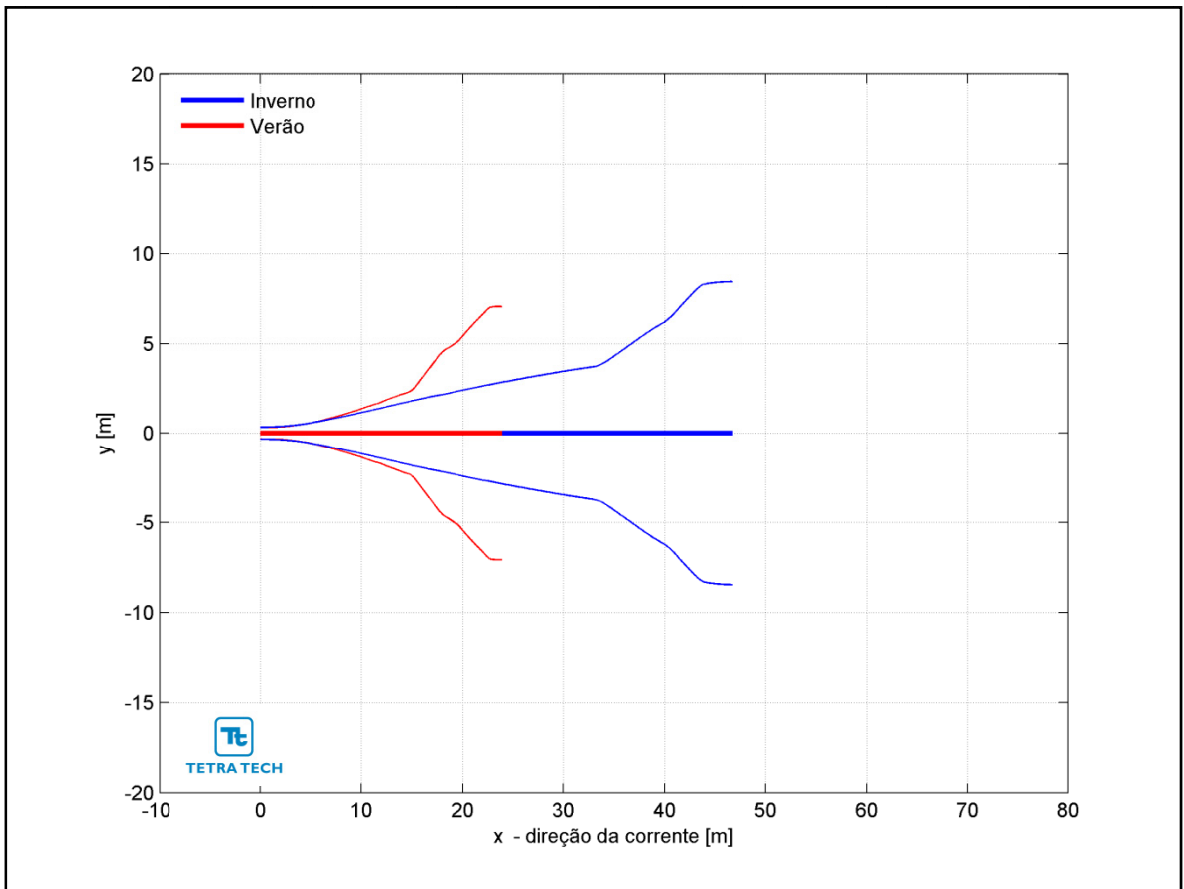
**Figura III-11** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-12 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 15 e 16 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-13 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



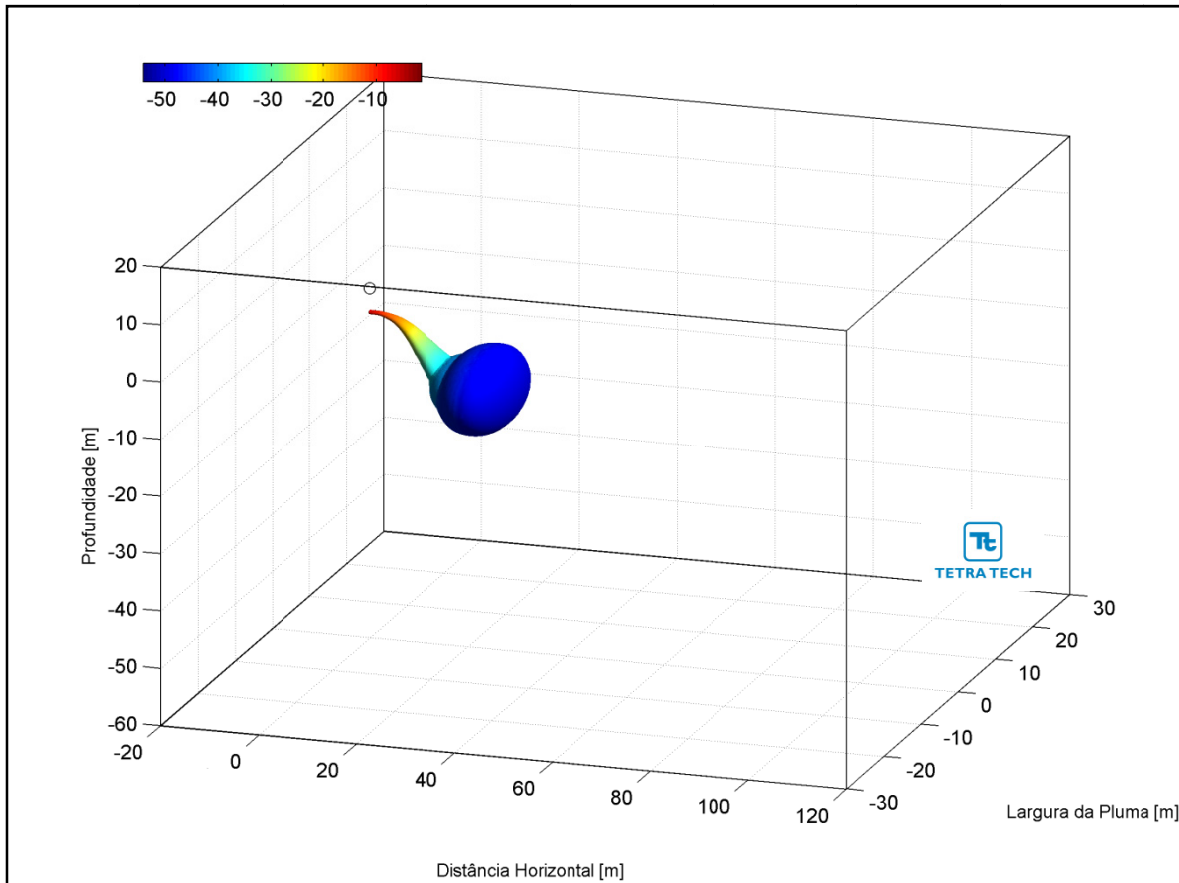
**Figura III-12** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno.



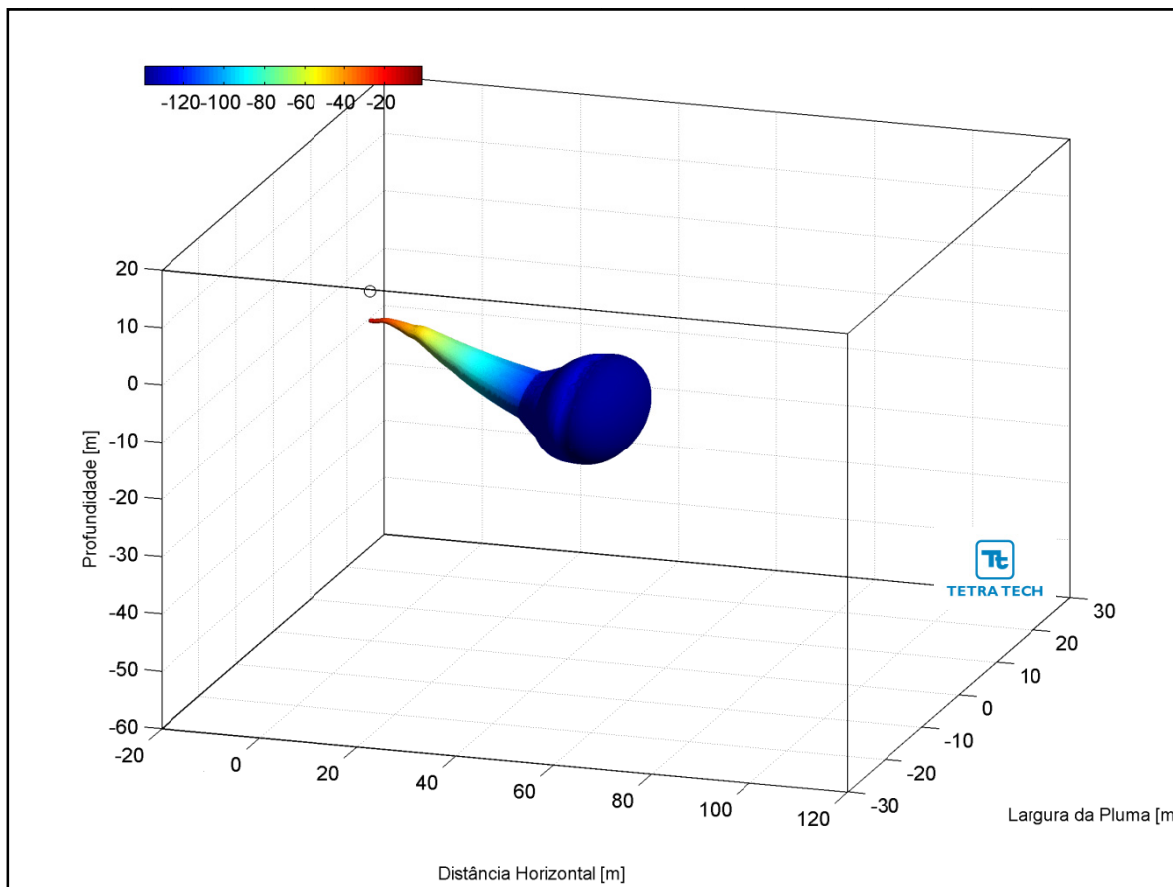


**Figura III-13** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-14) e inverno (Figura III-15), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade de cerca de 16 metros, não atingindo a superfície.

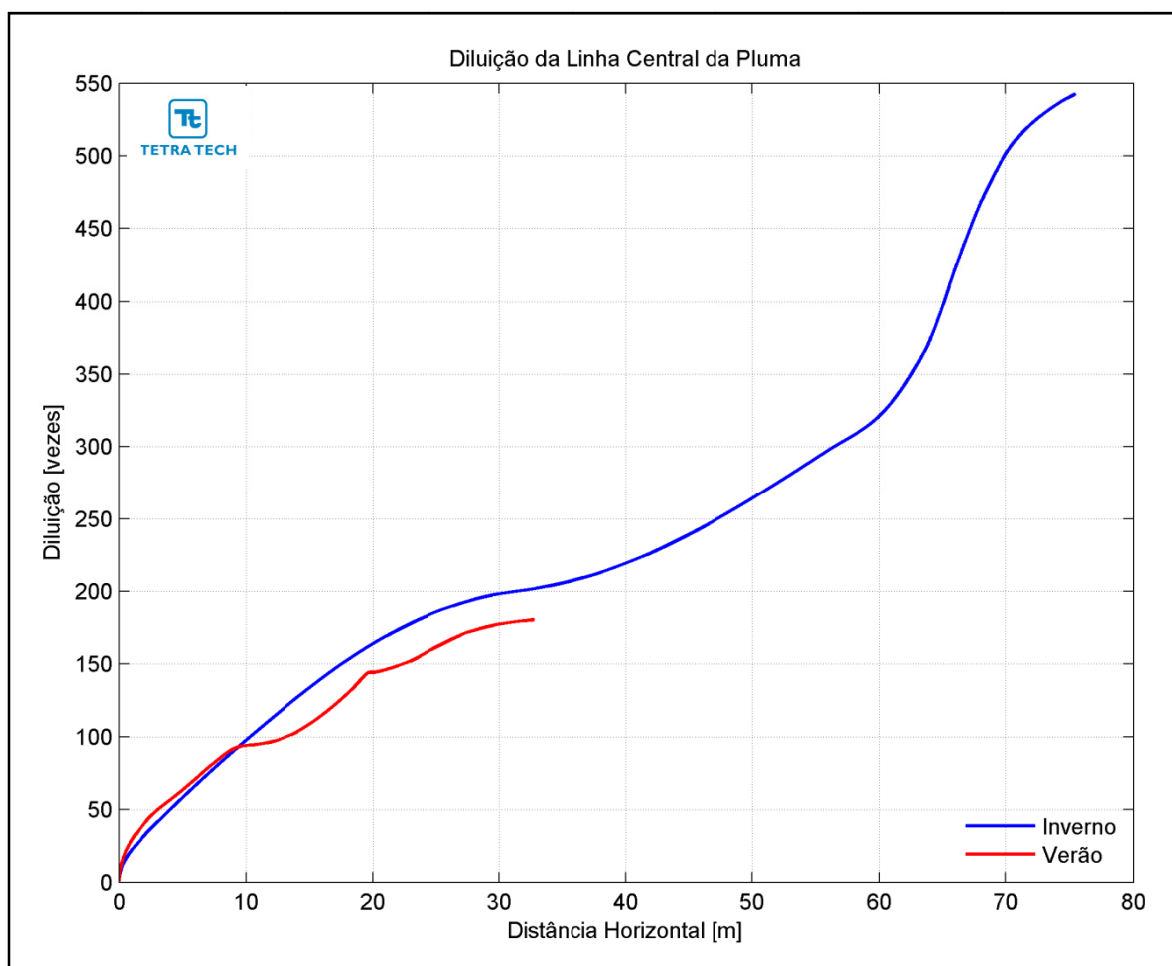


**Figura III-14** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Sul, no período de verão.



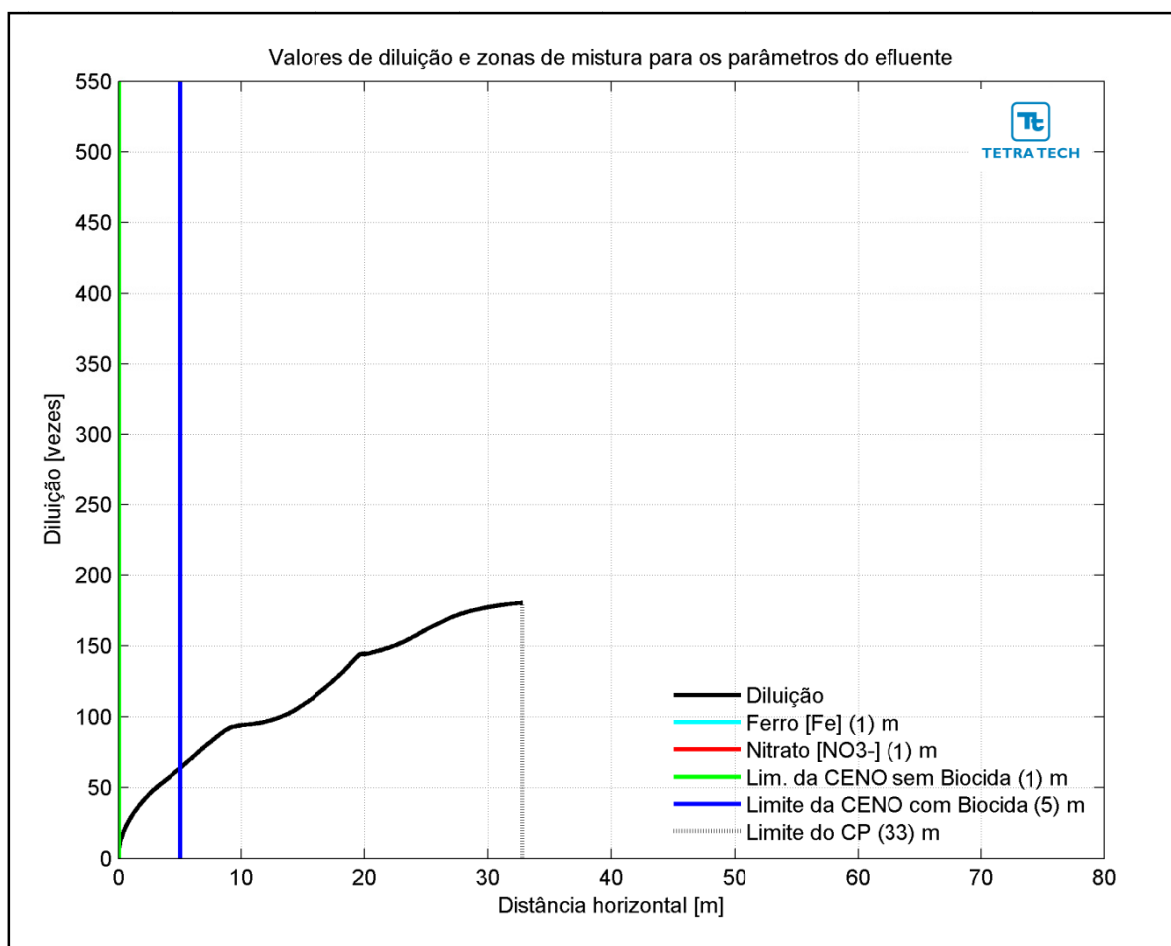
**Figura III-15** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Sul, no período de inverno.

A Figura III-16 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

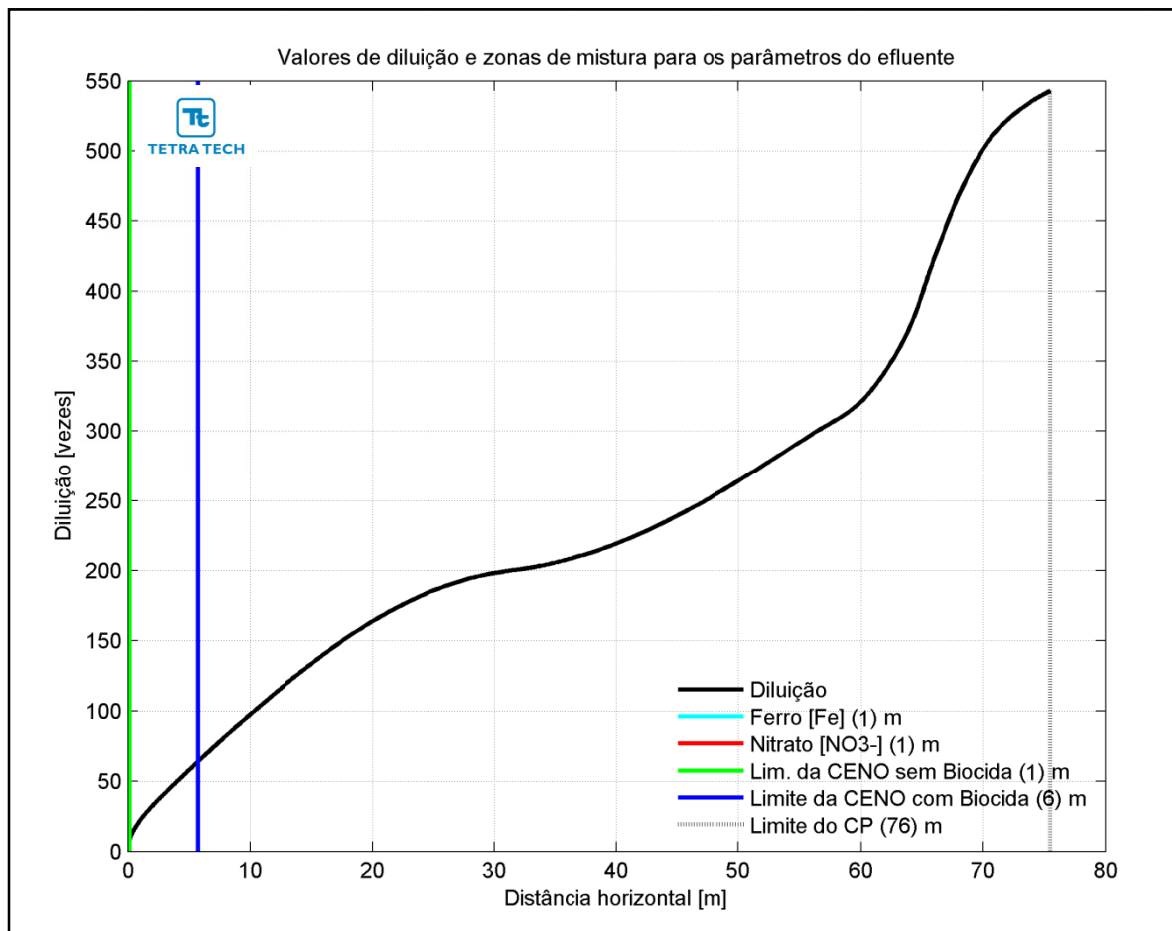


**Figura III-16** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-17 e na Figura III-18 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 6 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 33 m no verão para 76 m no inverno.

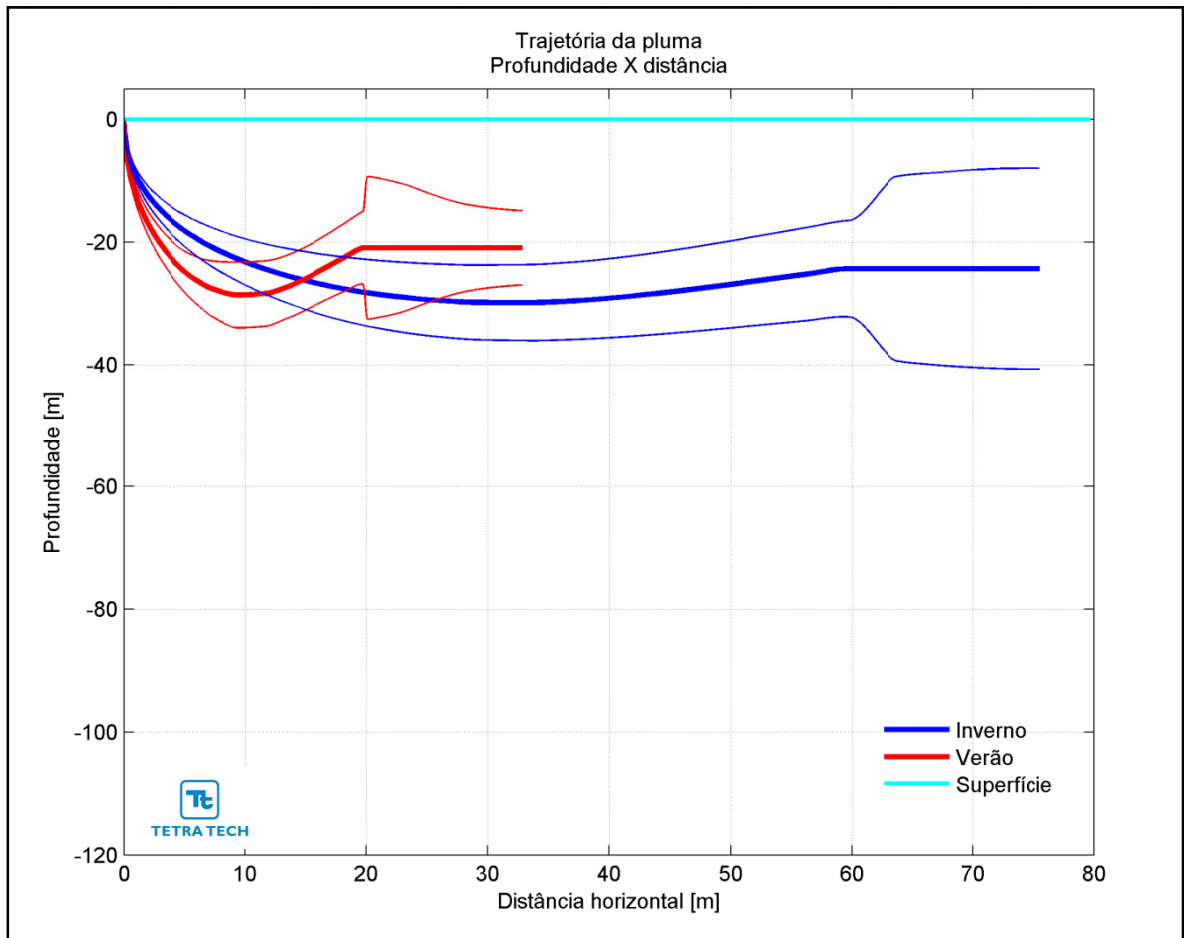


**Figura III-17** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

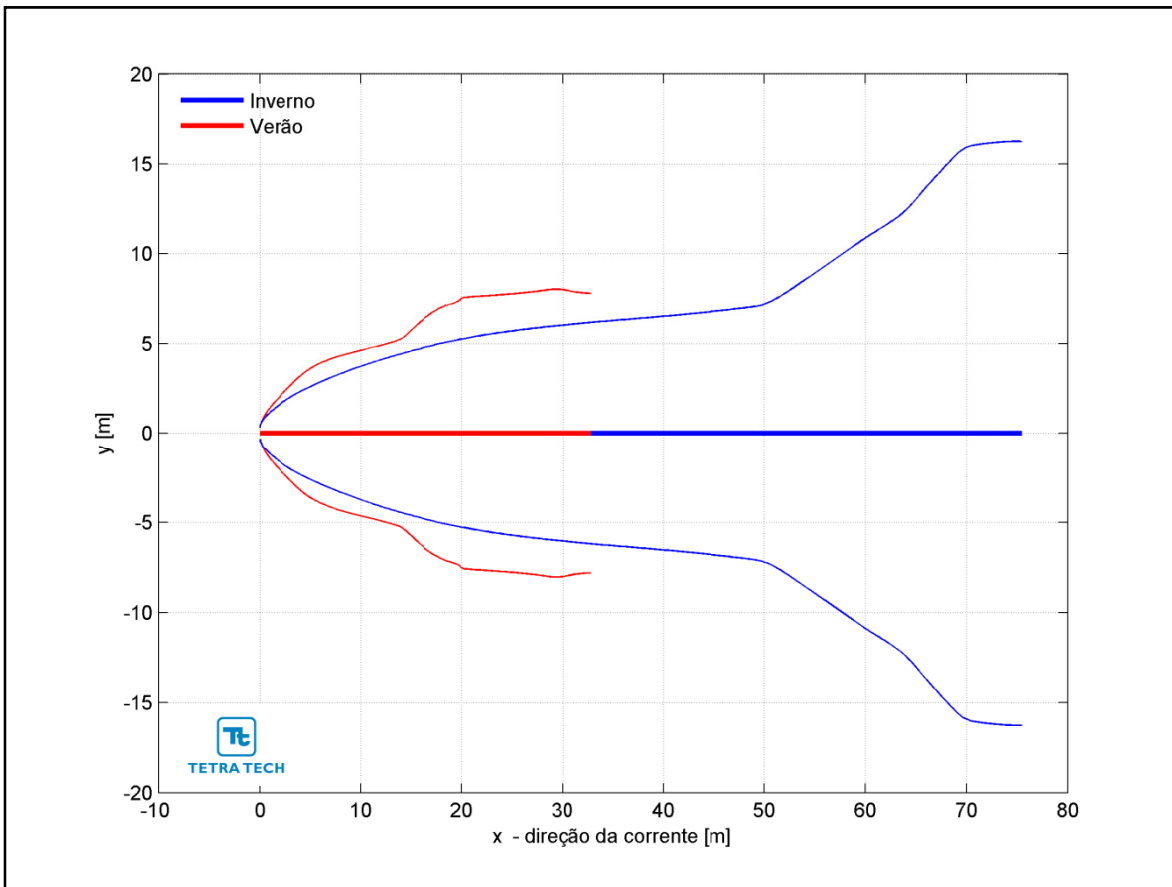


**Figura III-18** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-19 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 21 e 24 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-20 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



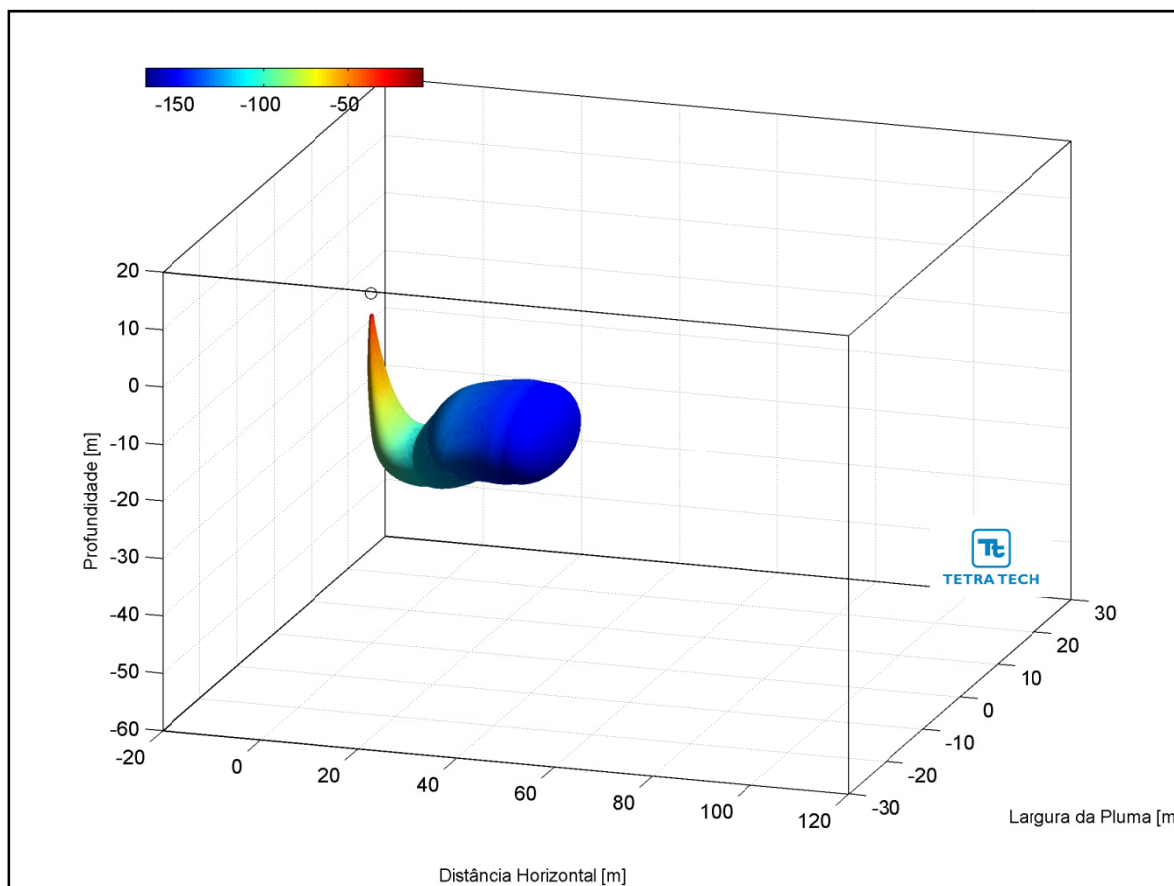
**Figura III-19** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno.



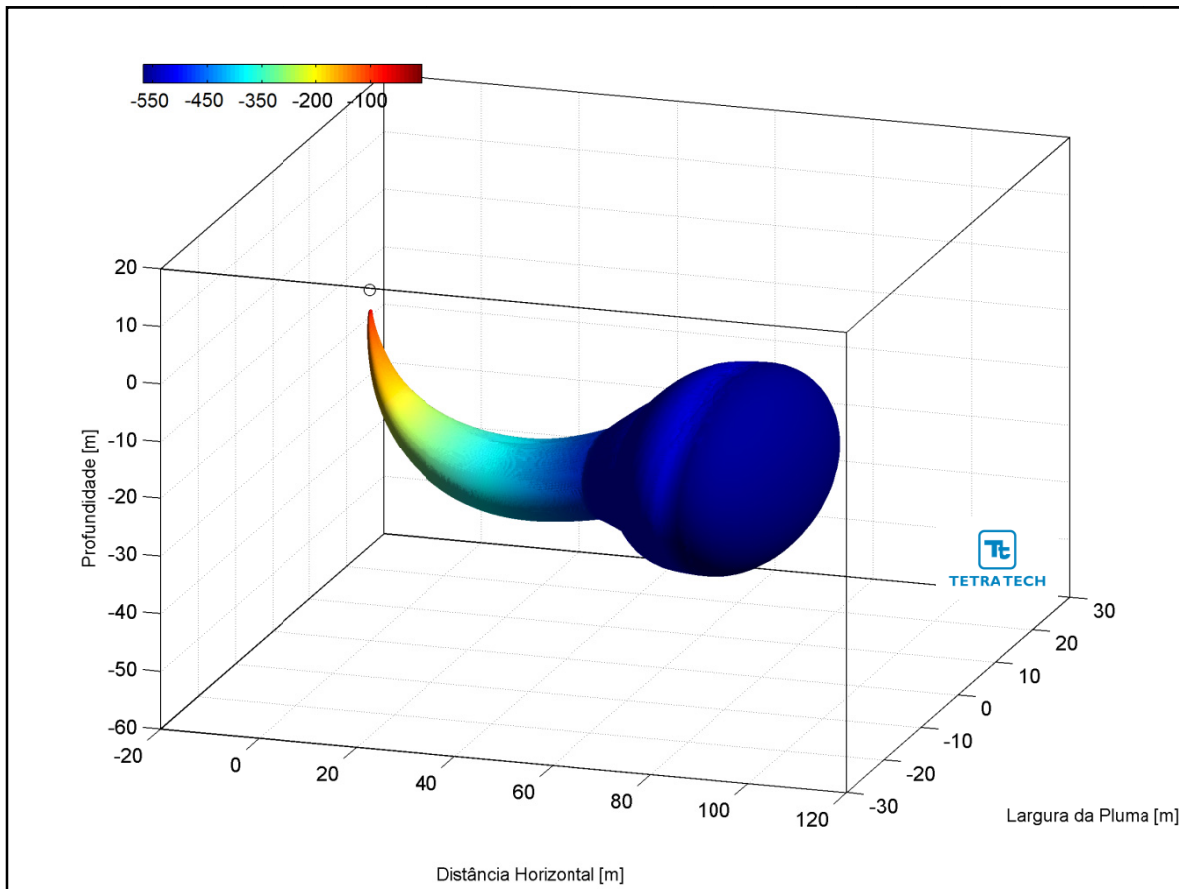
**Figura III-20** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno.



As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-21) e inverno (Figura III-22), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade de cerca de 24 metros, não atingindo a superfície.



**Figura III-21** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Sul, no período de verão.



**Figura III-22** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Sul, no período de inverno.

A Tabela III-42 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA nº 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.

**Tabela III-42 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Sul, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPONENTES                                  | CONCENTRAÇÃO NO PONTO DE DESCARTE (mg/L) | LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 ART. 18 (mg/L) | DILUIÇÃO MÍNIMA PARA ENQUADRAMENTO (vezes) | CONCENTRAÇÃO NO CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|--|--|---|--|--------------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
|  |  |   |  | Opção 01                             |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|  |  |   |  | Verão                                | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0                                      | 1,0   | –  | 0,0075                               | 0,0045  | 0,0170   | 0,0068  | 0,0055   | 0,0018  |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0                                    | –   | –  | 3,06                                 | 1,87    | 6,89     | 2,77    | 2,25     | 0,75    |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0                                  | –   | –  | 10,17                                | 6,22    | 22,92    | 9,20    | 7,48     | 2,49    |
| Cloro (Cl)                                   | 29.185,0                                 | –   | –  | 219,93                               | 134,43  | 495,50   | 198,94  | 161,60   | 53,76   |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0                                     | –   | –  | 0,21                                 | 0,13    | 0,48     | 0,19    | 0,16     | 0,05    |
| Ferro total                                  | 1,0                                      | 0,3   | 3,3  | 0,0075                               | 0,0045  | 0,0170   | 0,0068  | 0,0055   | 0,0018  |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0                                  | –   | –  | 41,30                                | 25,24   | 93,04    | 37,36   | 30,34    | 10,09   |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0                                      | 0,4   | 2,5  | 0,0075                               | 0,0046  | 0,0170   | 0,0068  | 0,0055   | 0,0018  |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0                                    | –   | –  | 3,92                                 | 2,40    | 8,83     | 3,54    | 2,88     | 0,96    |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0                                 | –   | –  | 105,27                               | 64,34   | 237,16   | 95,22   | 77,35    | 25,73   |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0                                 | –   | –  | 99,36                                | 60,73   | 223,85   | 89,88   | 73,01    | 24,29   |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Sul, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias de, aproximadamente, 6 m do ponto de lançamento.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo no período de verão através da Opção 02 para a CENO com biocida. Esta diluição só é alcançada no domínio do campo afastado, cujas características e resultados são apresentados no Item III.2.

Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 30 m do ponto de lançamento.

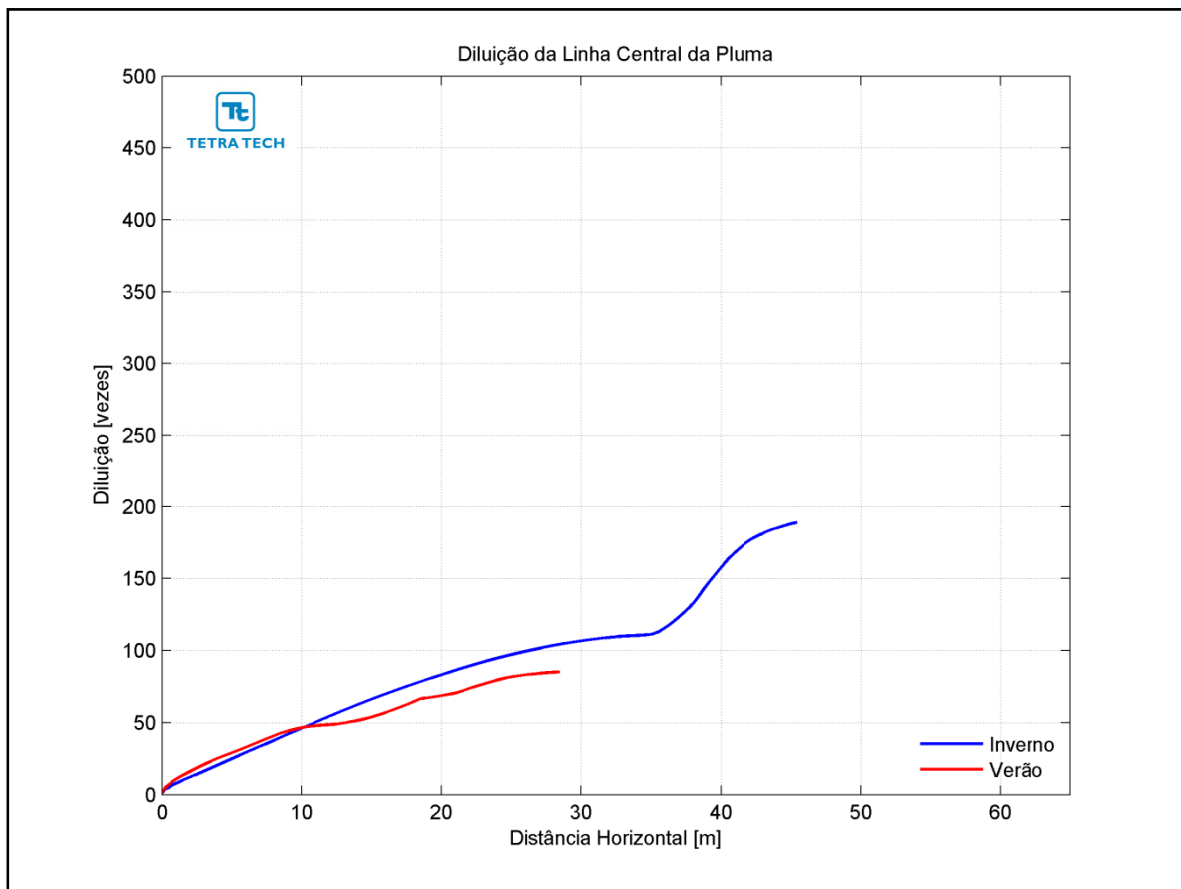
### III.1.5.2 Desenvolvimento da Produção de Lula Norte

A Tabela III-43 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Norte. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-43 - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Norte.**

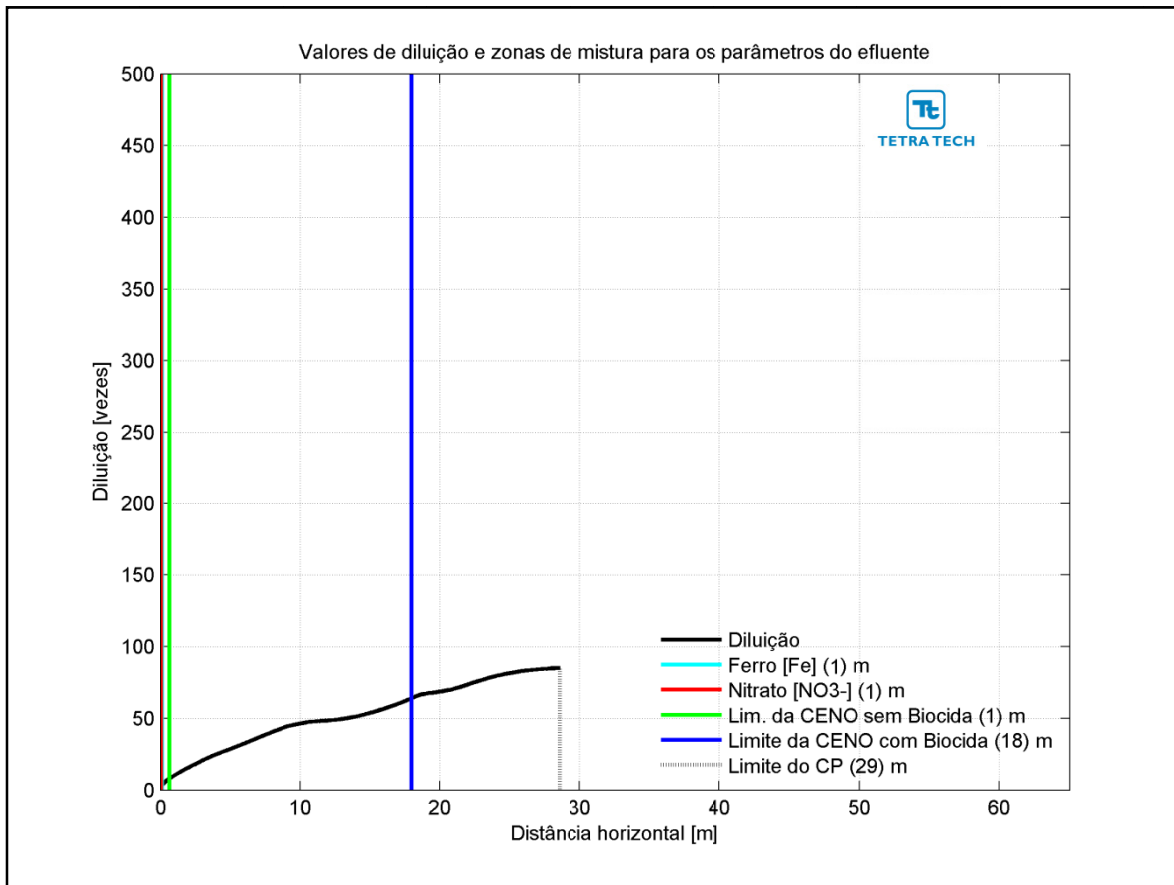
| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 85,20    | 189,10  | 34,80    | 123,80  | 162,30   | 475,30  |
| Espessura final da pluma (m)       | 4,78     | 10,89   | 3,62     | 8,81    | 4,94     | 17,26   |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 28,55    | 45,49   | 21,57    | 39,66   | 33,60    | 62,84   |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 19,41    | 23,32   | 15,52    | 16,84   | 20,71    | 25,75   |

A Figura III-23 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

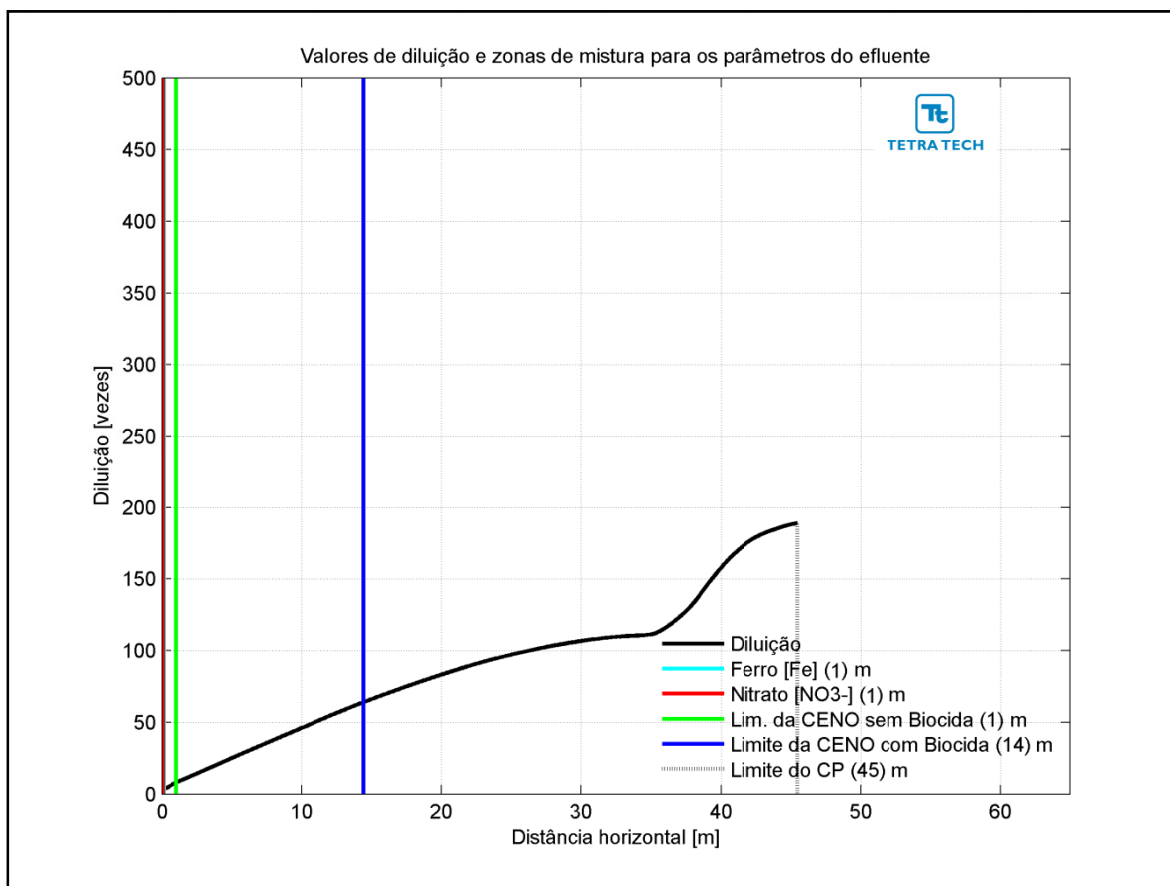


**Figura III-23** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-24 e na Figura III-25 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância inferior a 18 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 29 m no verão para 45 m no inverno.

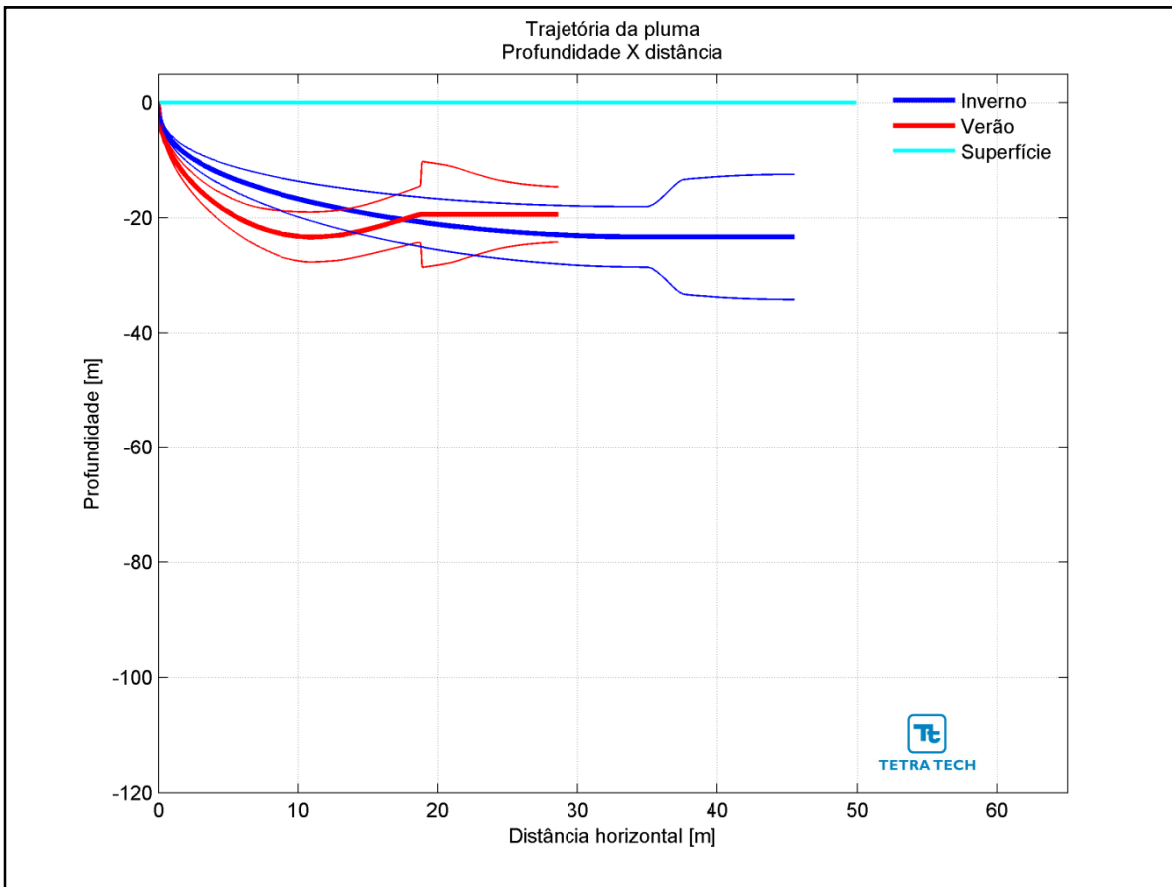


**Figura III-24** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



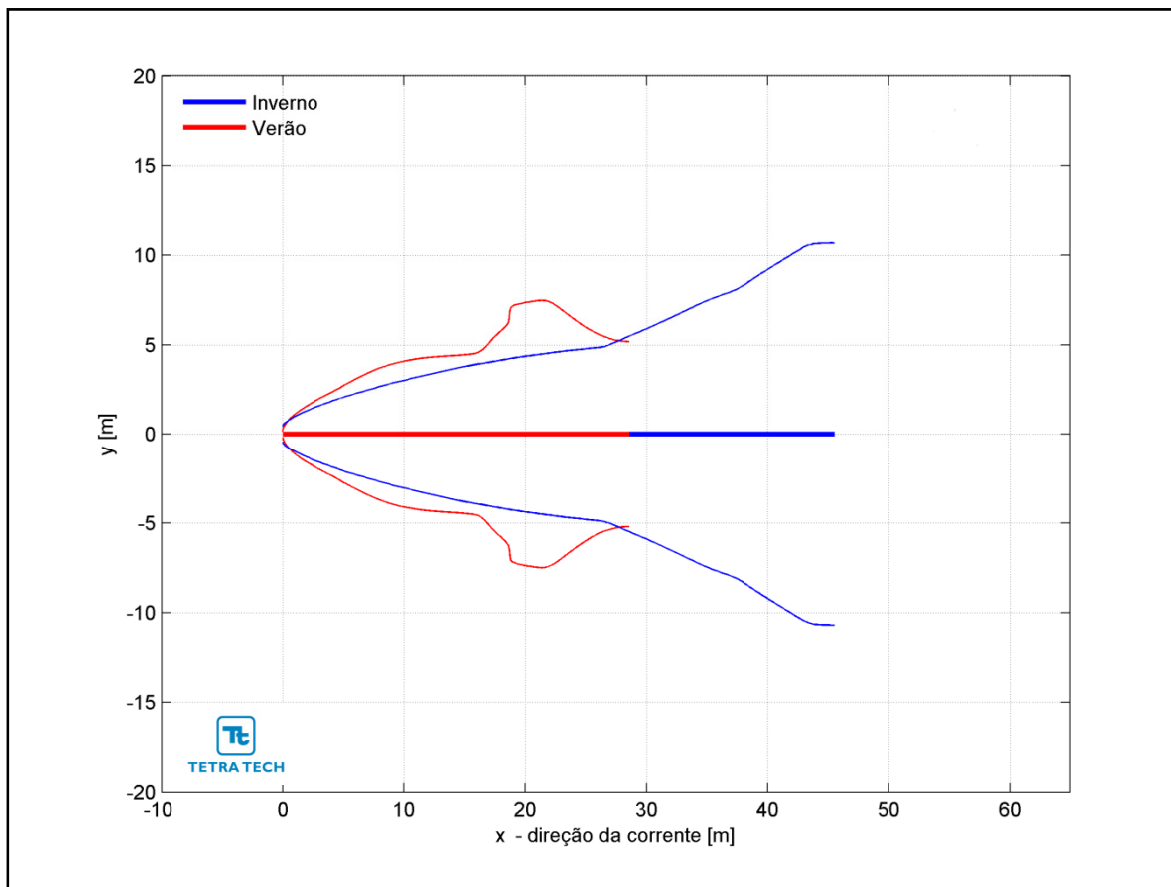
**Figura III-25** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-26 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 19 e 23 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-27 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



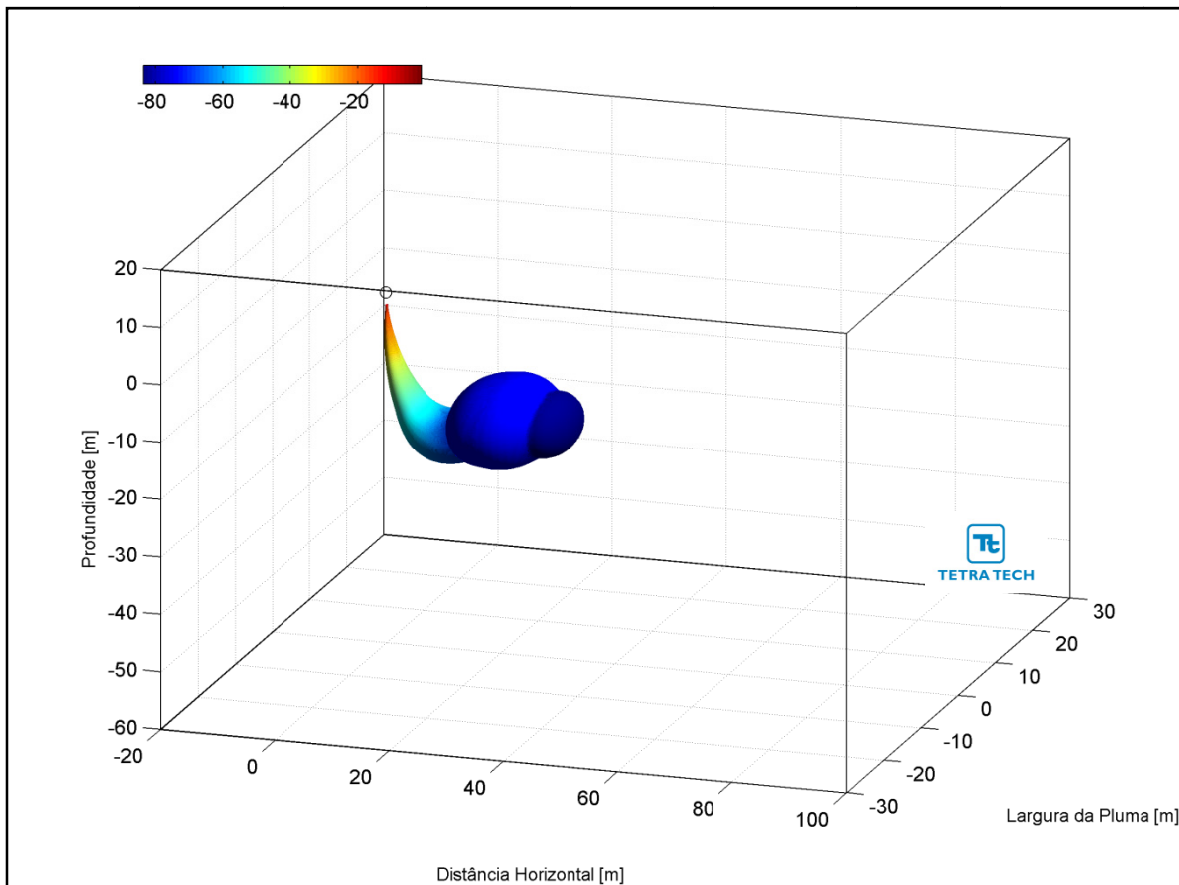
**Figura III-26 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno.**



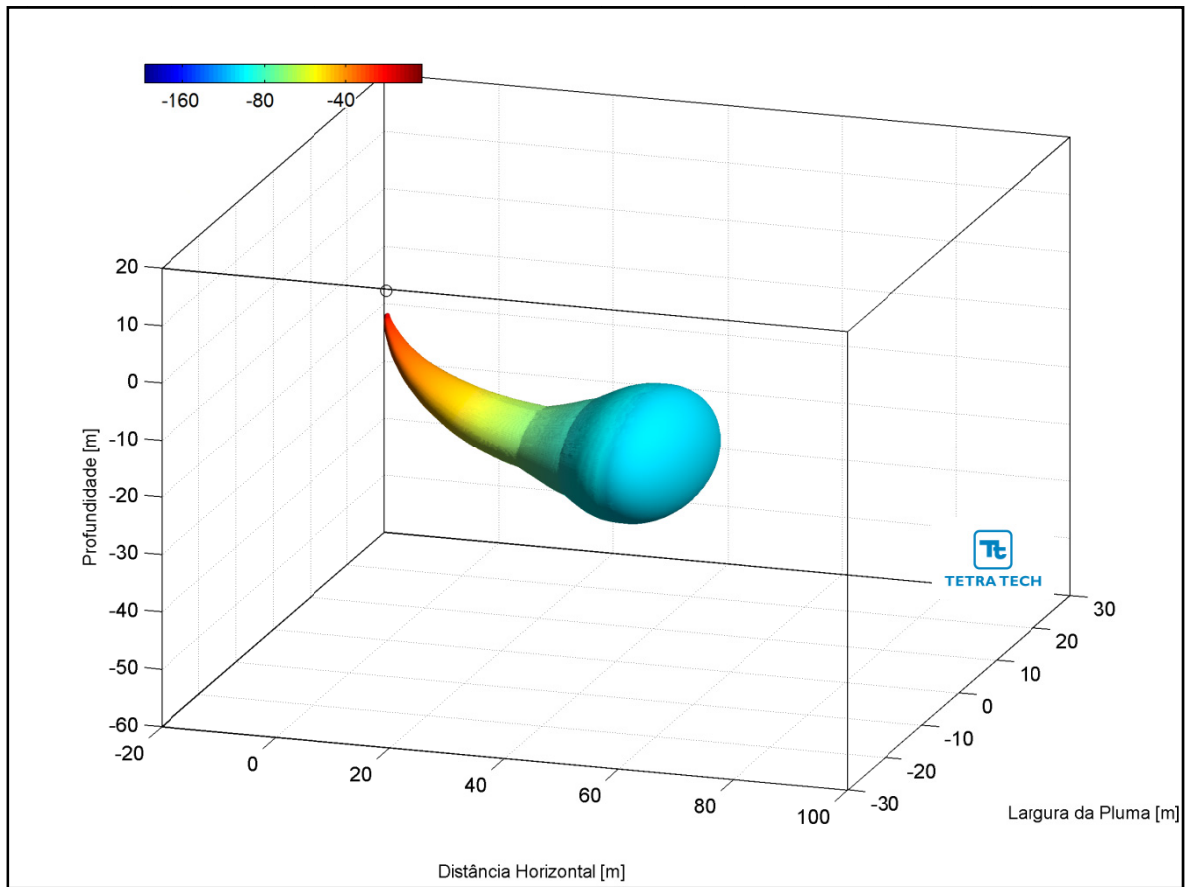


**Figura III-27** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-28) e inverno (Figura III-29), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 20 metros, não atingindo a superfície.

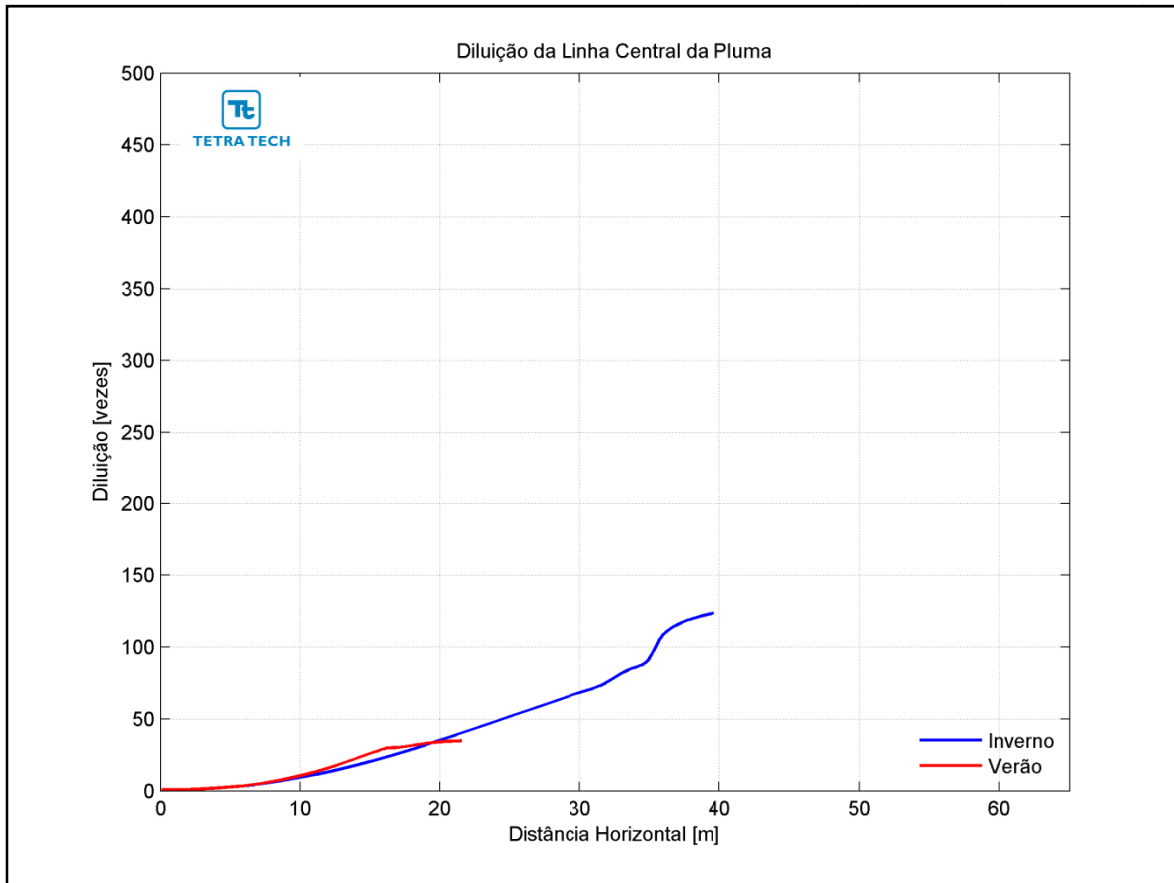


**Figura III-28** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Norte, no período de verão.



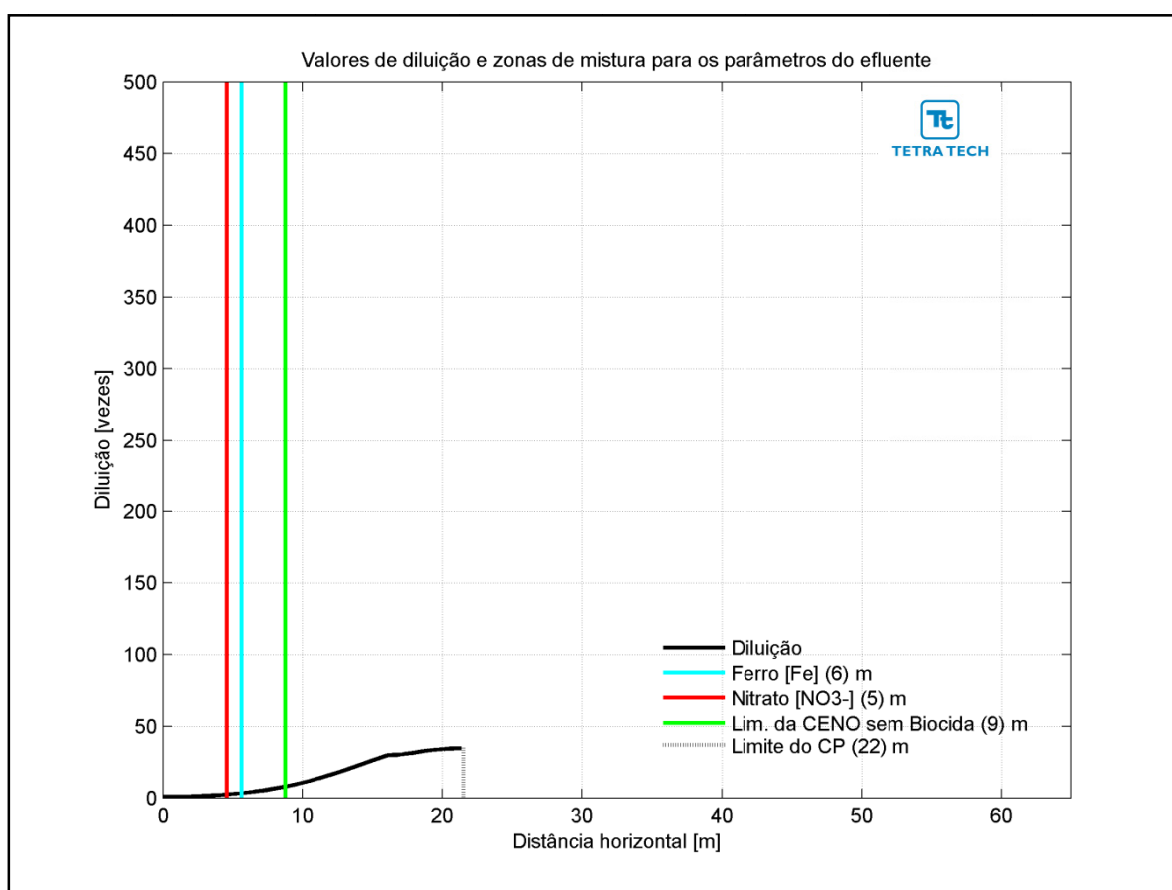
**Figura III-29** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Norte, no período de inverno.

A Figura III-30 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

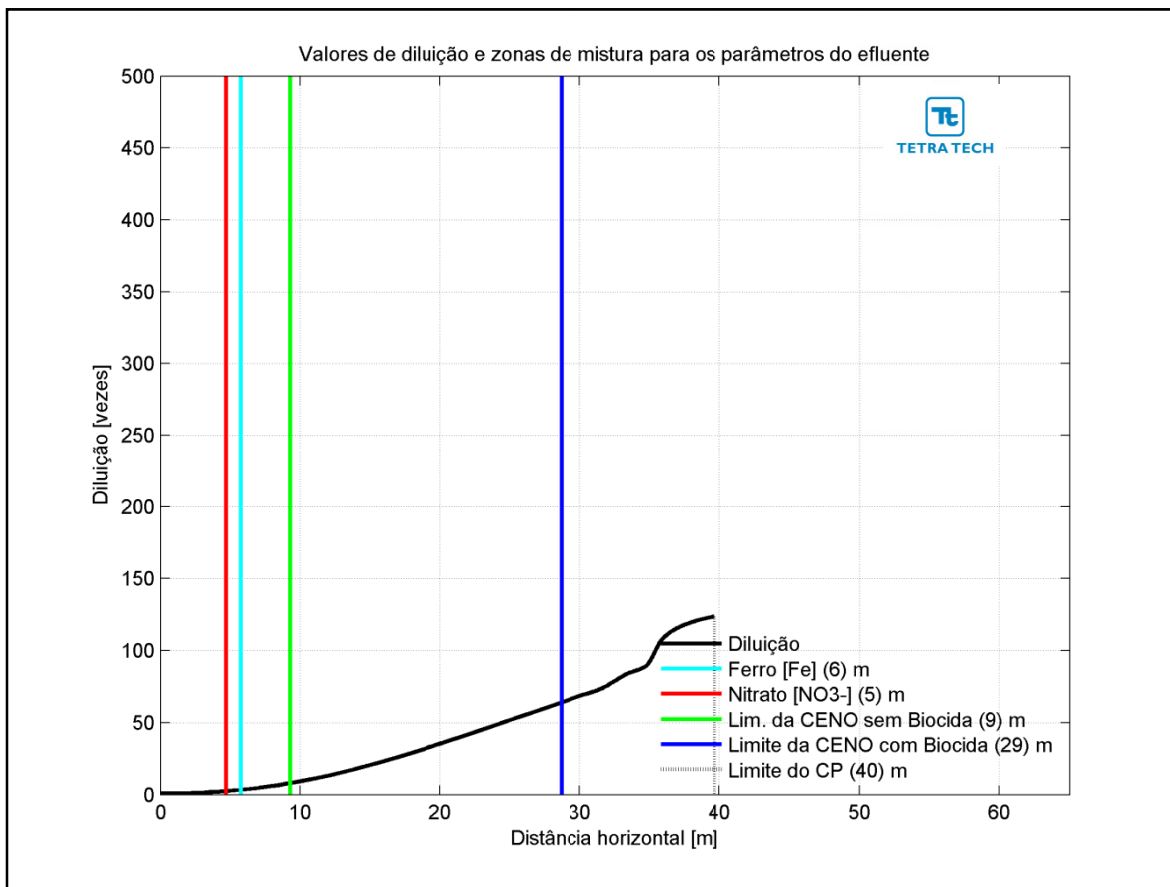


**Figura III-30 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno.**

Na Figura III-31 e na Figura III-32 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul e só há o enquadramento na legislação no período de inverno, a cerca de 29 m do ponto de lançamento. A posição da CENO sem biocida é indicada pela linha verde, e seu enquadramento ocorre a uma distância de 9 m. Para os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) as posições de enquadramento são todas inferiores a 6 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 22 m no verão para 40 m no inverno.

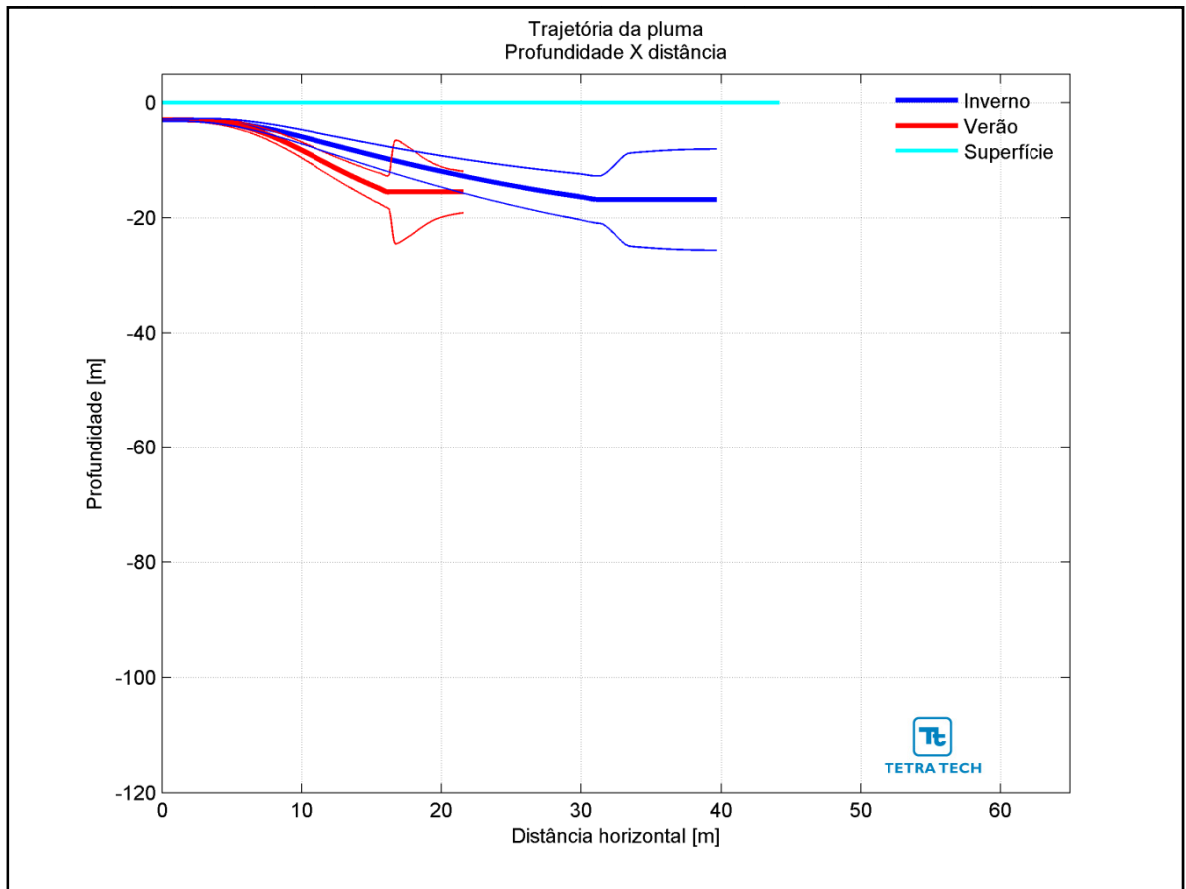


**Figura III-31** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

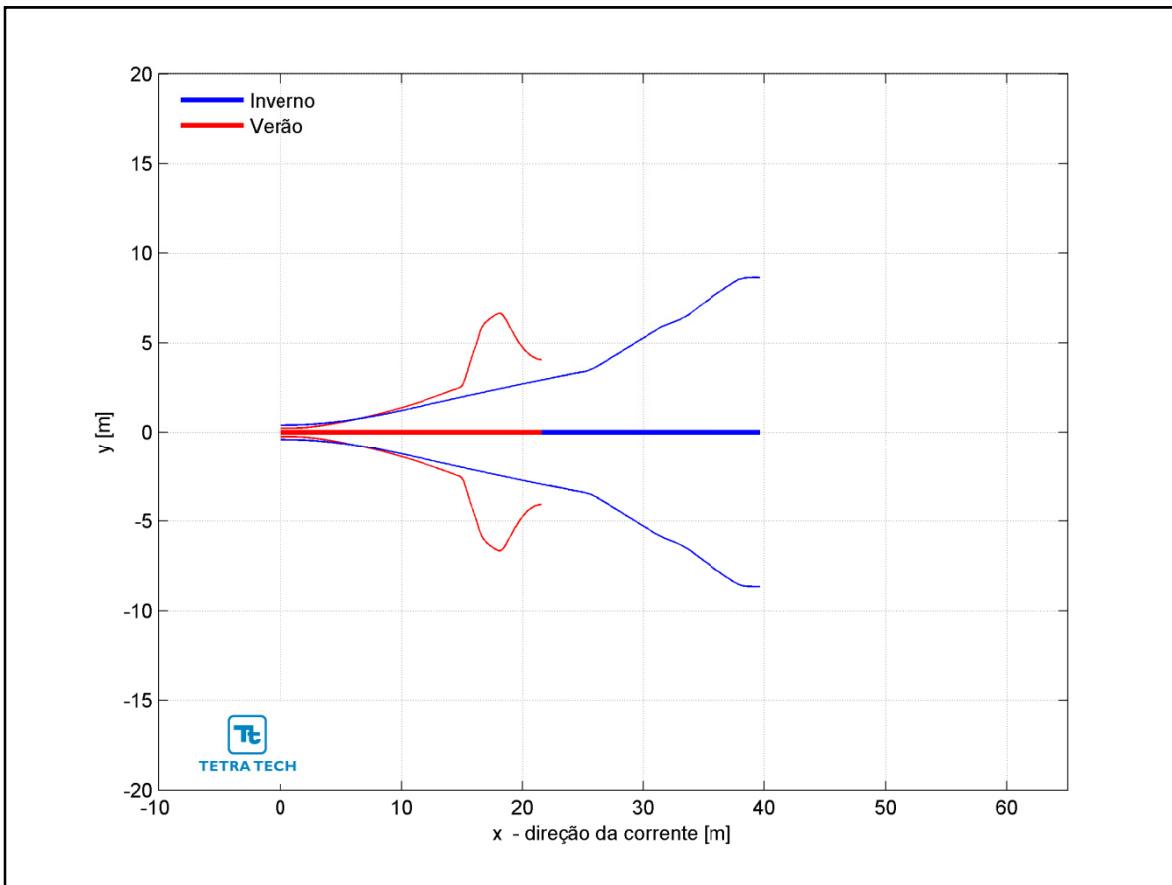


**Figura III-32** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-33 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 15 e 17 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-34 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



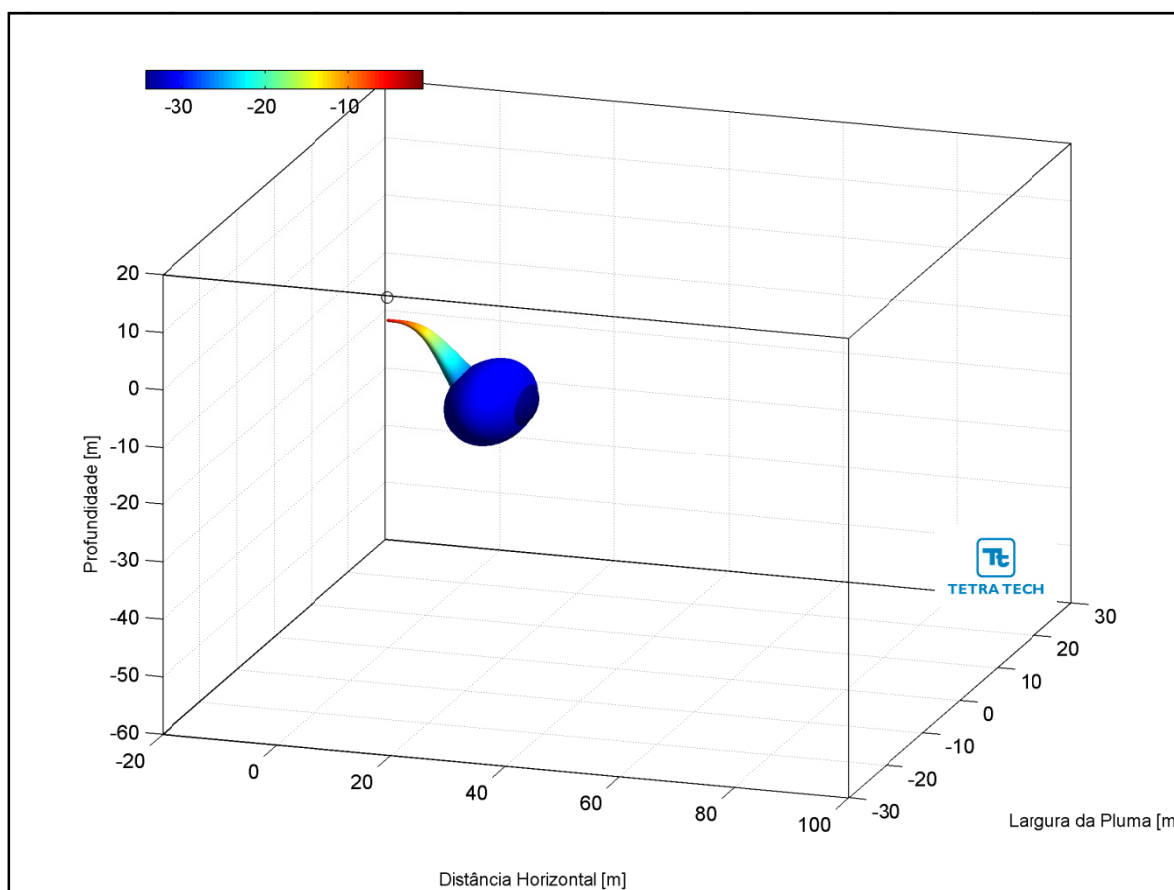
**Figura III-33** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno.



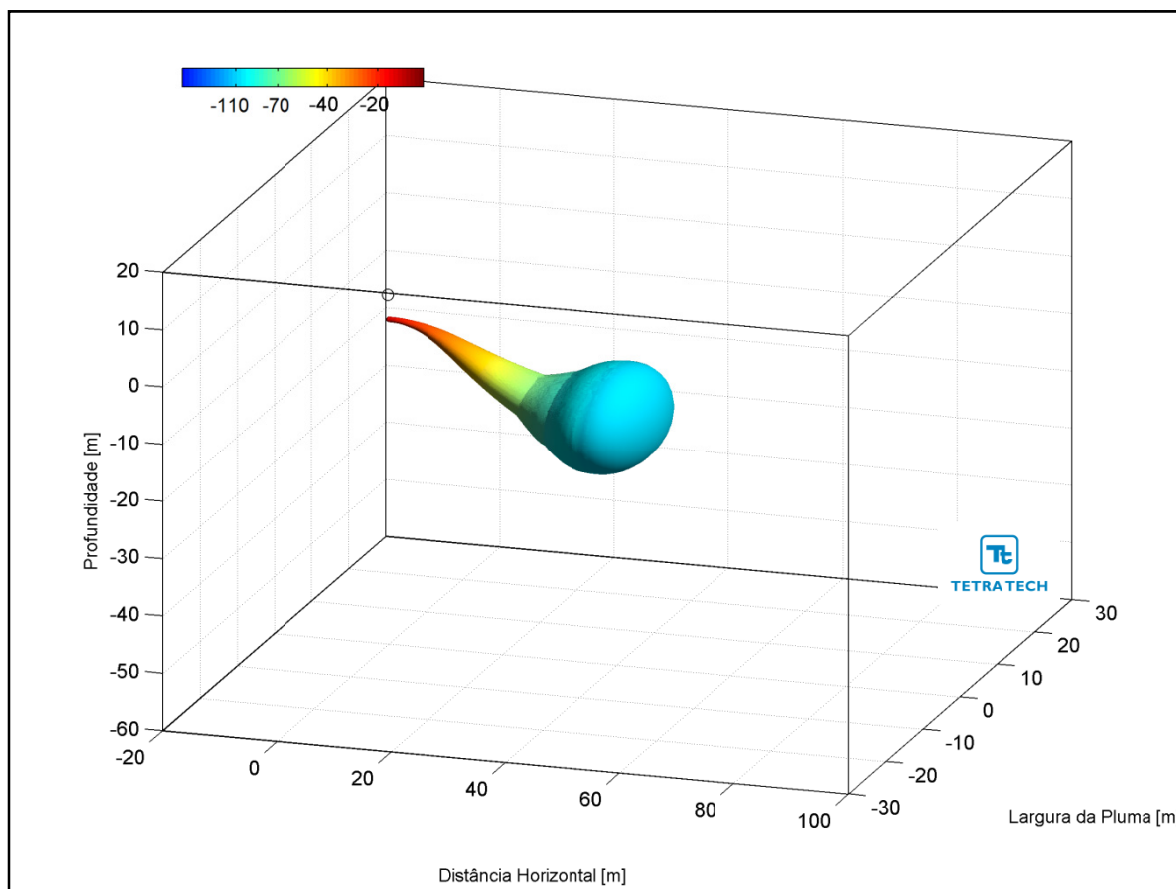
**Figura III-34 -** Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno.



As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-35) e inverno (Figura III-36), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 16 metros, não atingindo a superfície.

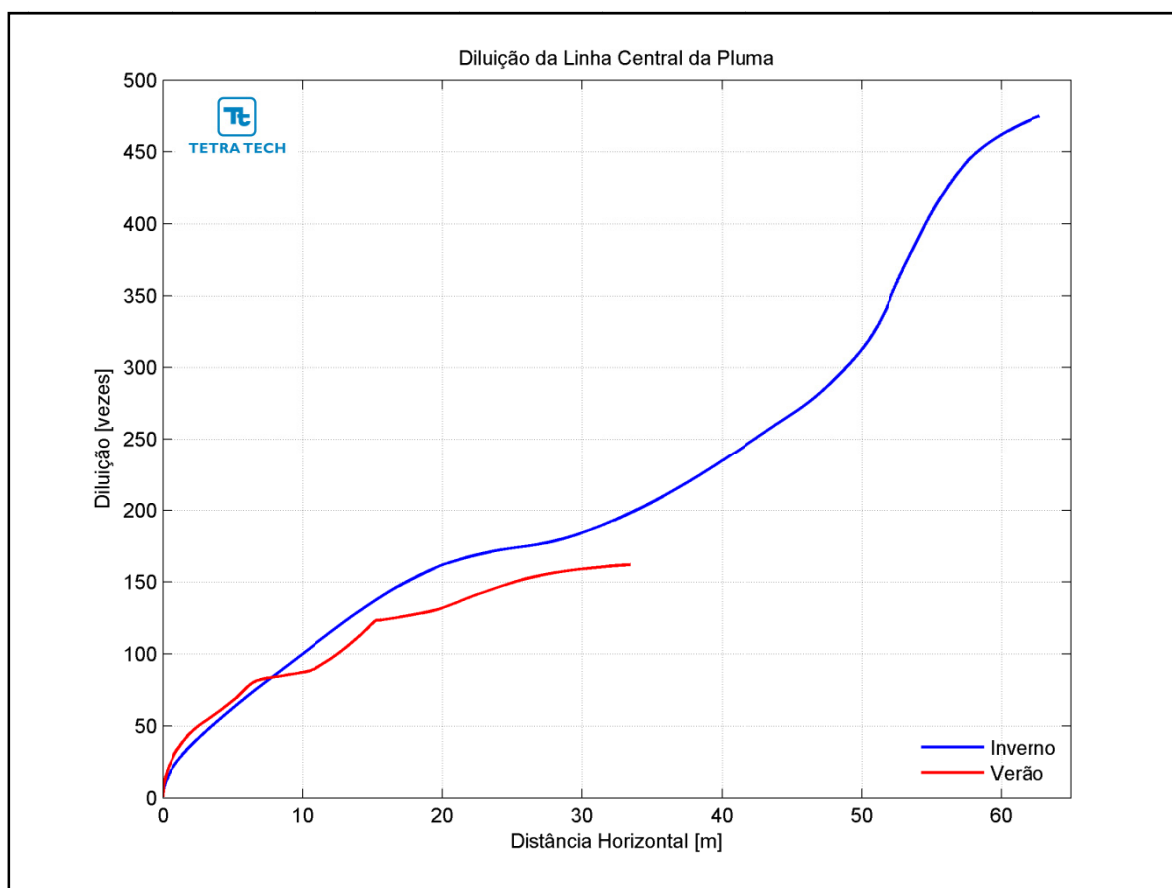


**Figura III-35** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Norte, no período de verão.



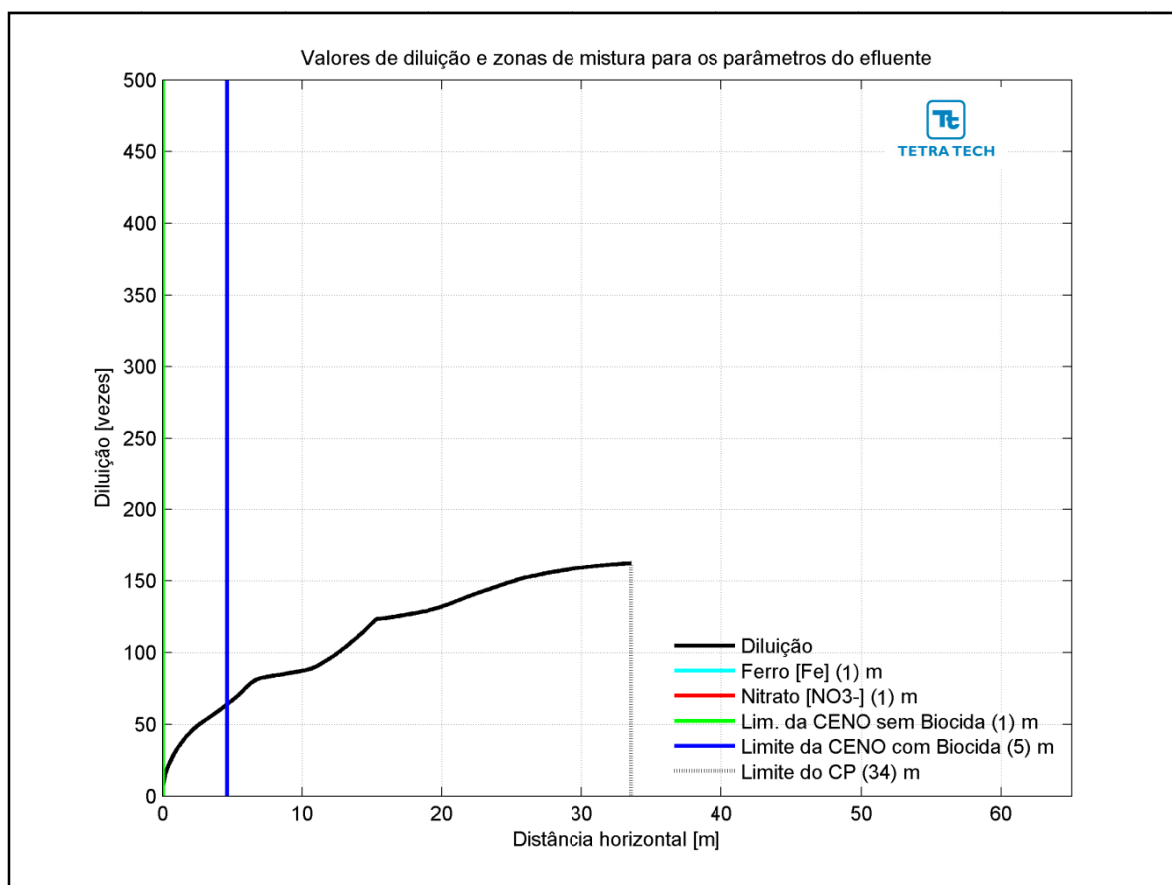
**Figura III-36 - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Norte, no período de inverno.**

A Figura III-37 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

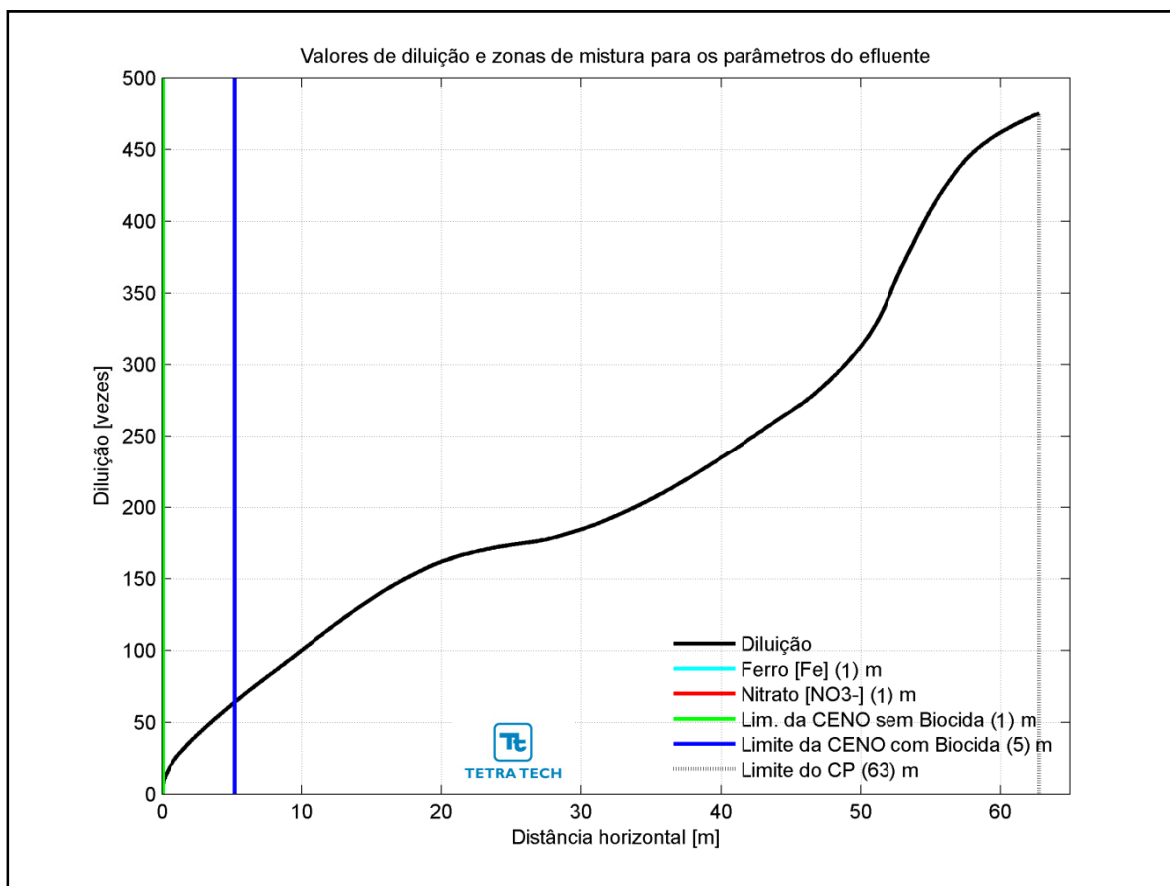


**Figura III-37** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-38 e na Figura III-39 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 5 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 34 m no verão para 63 m no inverno.

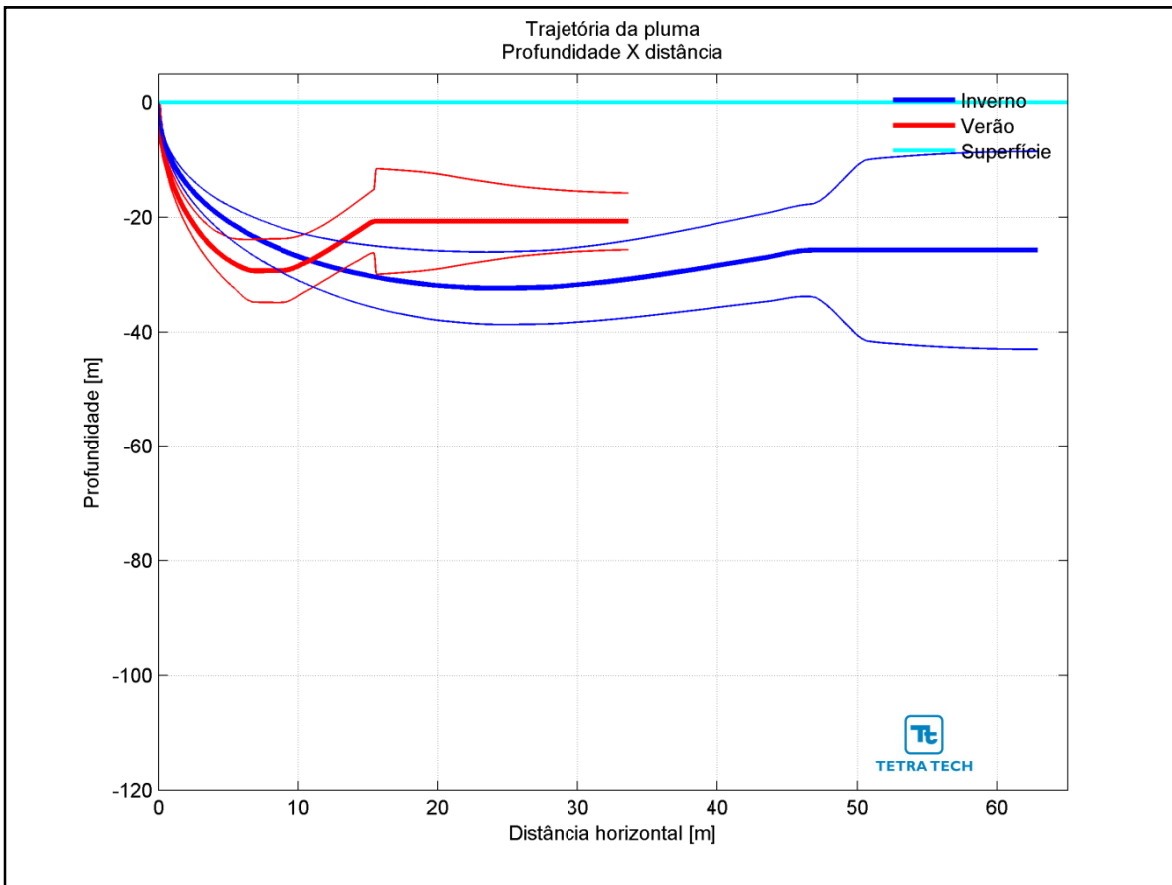


**Figura III-38** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

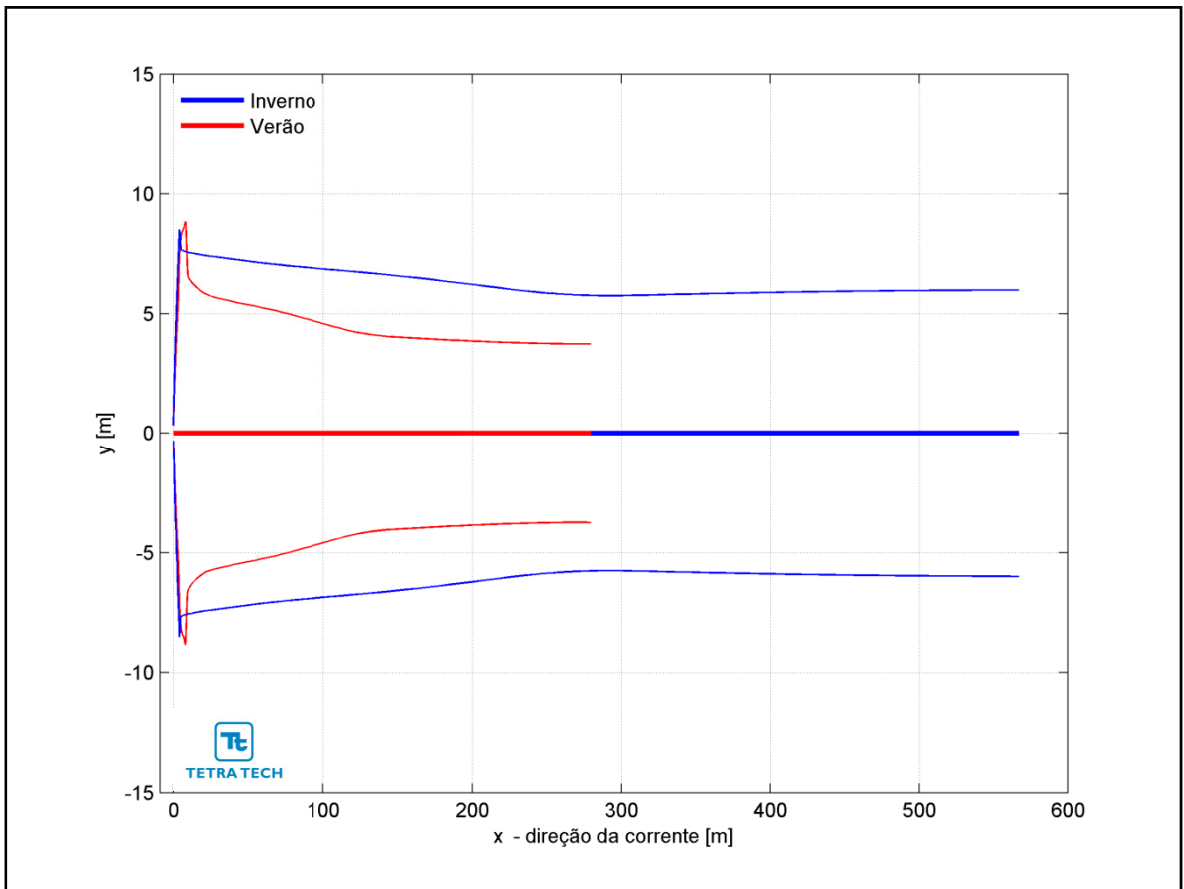


**Figura III-39** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-40 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 20 e 26 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-41 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

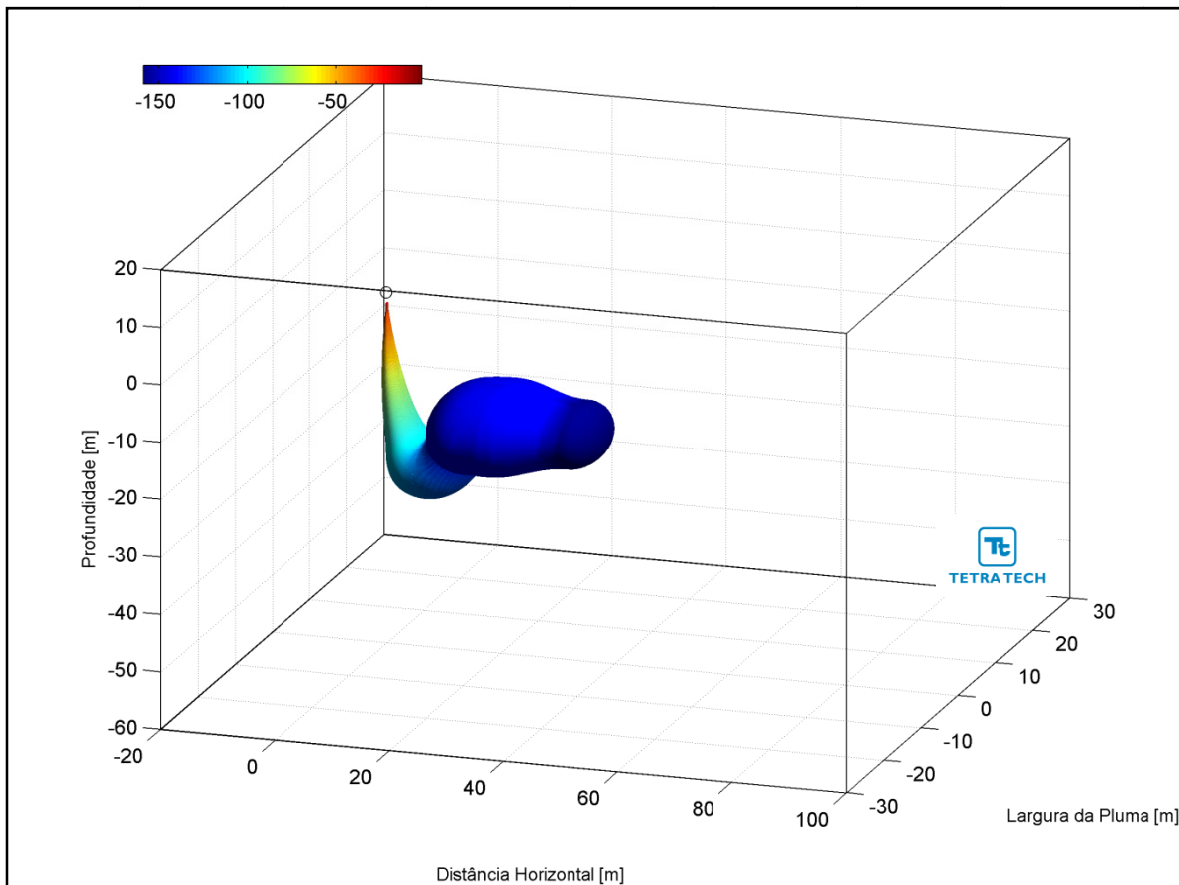


**Figura III-40** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno.



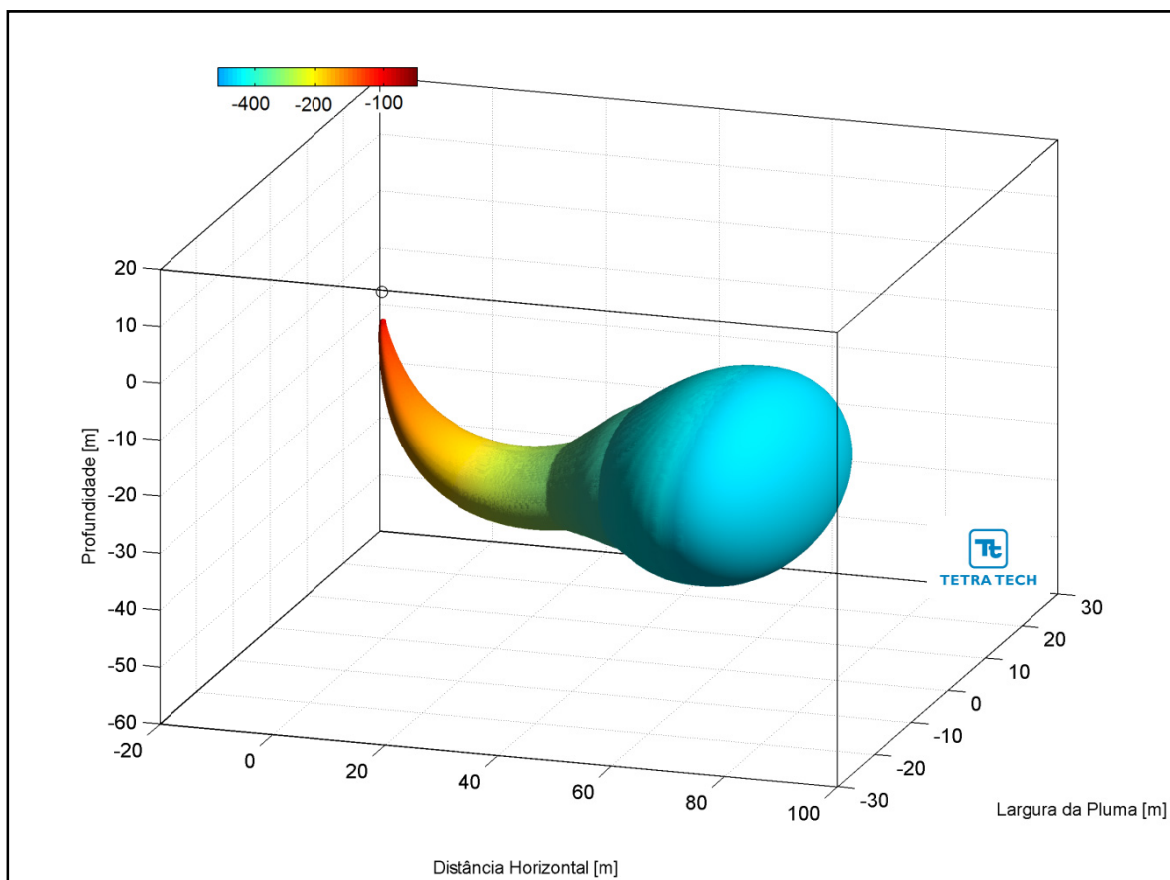
**Figura III-41** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-42) e inverno (Figura III-43), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 30 metros, não atingindo a superfície.



**Figura III-42** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Norte, no período de verão.





**Figura III-43** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Norte, no período de inverno.

A Tabela III-44 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA nº 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.

**Tabela III-44 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Norte, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPONENTES                                  | CONCENTRAÇÃO NO PONTO DE DESCARTE (mg/L) | LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 ART. 18 (mg/L) | DILUIÇÃO MÍNIMA PARA ENQUADRAMENTO (vezes) | CONCENTRAÇÃO NO CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|--|--|---|--|--------------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
|  |  |   |  | Opção 01                             |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|  |  |   |  | Verão                                | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0                                      | 1,0   | –  | 0,012                                | 0,005   | 0,029    | 0,008   | 0,006    | 0,002   |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0                                    | –   | –  | 4,77                                 | 2,15    | 11,67    | 3,28    | 2,50     | 0,85    |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0                                  | –   | –  | 15,85                                | 7,14    | 38,79    | 10,90   | 8,32     | 2,84    |
| Cloro (Cl <sup>-</sup> )                     | 29.185,0                                 | –   | –  | 342,55                               | 154,34  | 838,65   | 235,74  | 179,82   | 61,40   |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0                                     | –   | –  | 0,33                                 | 0,15    | 0,80     | 0,23    | 0,17     | 0,06    |
| Ferro total                                  | 1,0                                      | 0,3   | 3,3  | 0,012                                | 0,005   | 0,029    | 0,008   | 0,006    | 0,002   |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0                                  | –   | –  | 64,32                                | 28,98   | 157,47   | 44,26   | 33,76    | 11,53   |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0                                      | 0,4   | 2,5  | 0,012                                | 0,005   | 0,029    | 0,008   | 0,006    | 0,002   |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0                                    | –   | –  | 6,10                                 | 2,75    | 19,94    | 4,20    | 3,20     | 1,09    |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0                                 | –   | –  | 163,96                               | 73,87   | 401,41   | 112,84  | 86,07    | 29,39   |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0                                 | –   | –  | 154,75                               | 69,73   | 378,88   | 106,50  | 81,24    | 27,74   |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Norte, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias de, aproximadamente, 6 m do ponto de lançamento.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo no período de verão através da Opção 02 para a CENO com biocida. Esta diluição só é alcançada no domínio do campo afastado, cujas características e resultados são apresentados no Item III.2.

Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 29 m do ponto de lançamento.

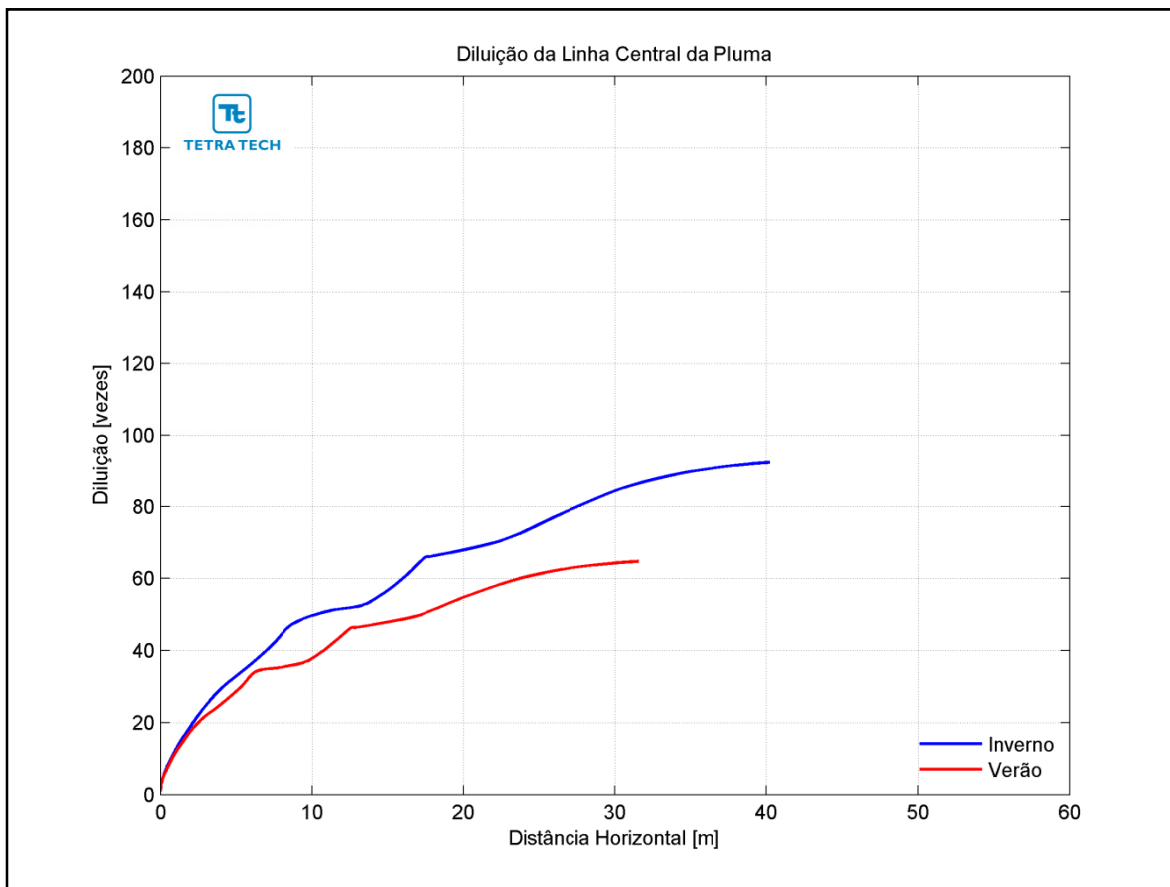
### III.1.5.3 Desenvolvimento da Produção de Lula Área de Iracema Norte

A Tabela III-45 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-45 - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte.**

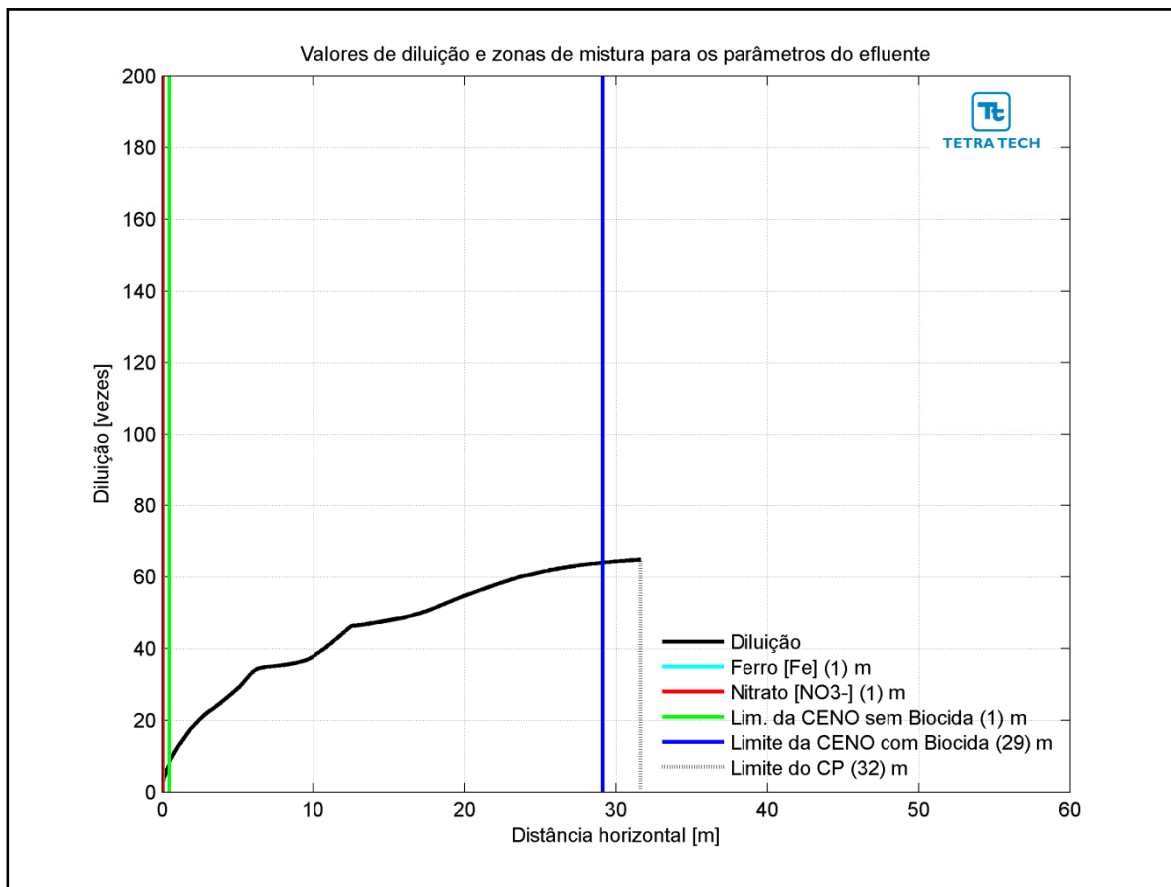
| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 64,8     | 92,3    | 30,1     | 41,6    | 133,5    | 173,3   |
| Espessura final da pluma (m)       | 3,59     | 4,89    | 3,13     | 4,21    | 3,73     | 5,11    |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 31,70    | 40,42   | 27,15    | 32,86   | 47,86    | 55,74   |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 21,15    | 28,21   | 16,60    | 21,49   | 21,38    | 27,70   |

A Figura III-44 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

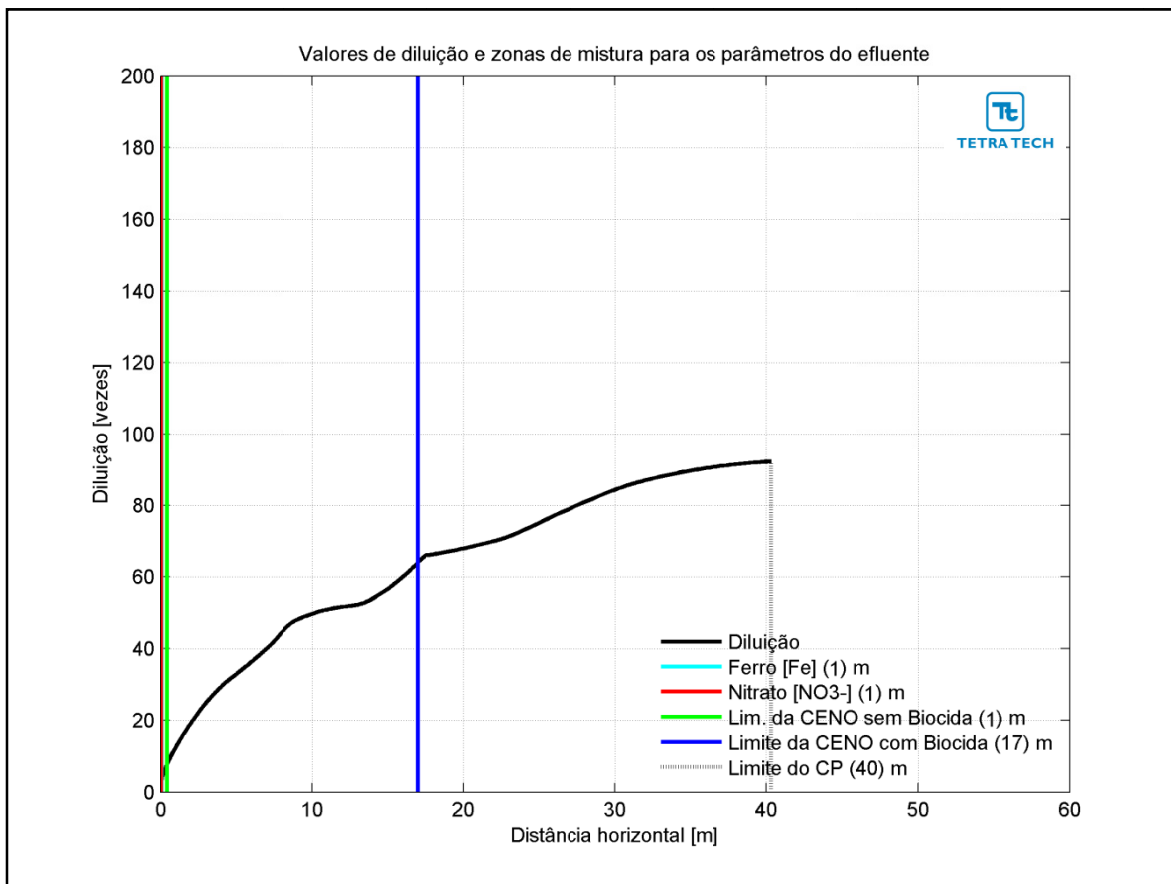


**Figura III-44** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-45 e na Figura III-46 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 29 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 32 m no verão para 40 m no inverno.

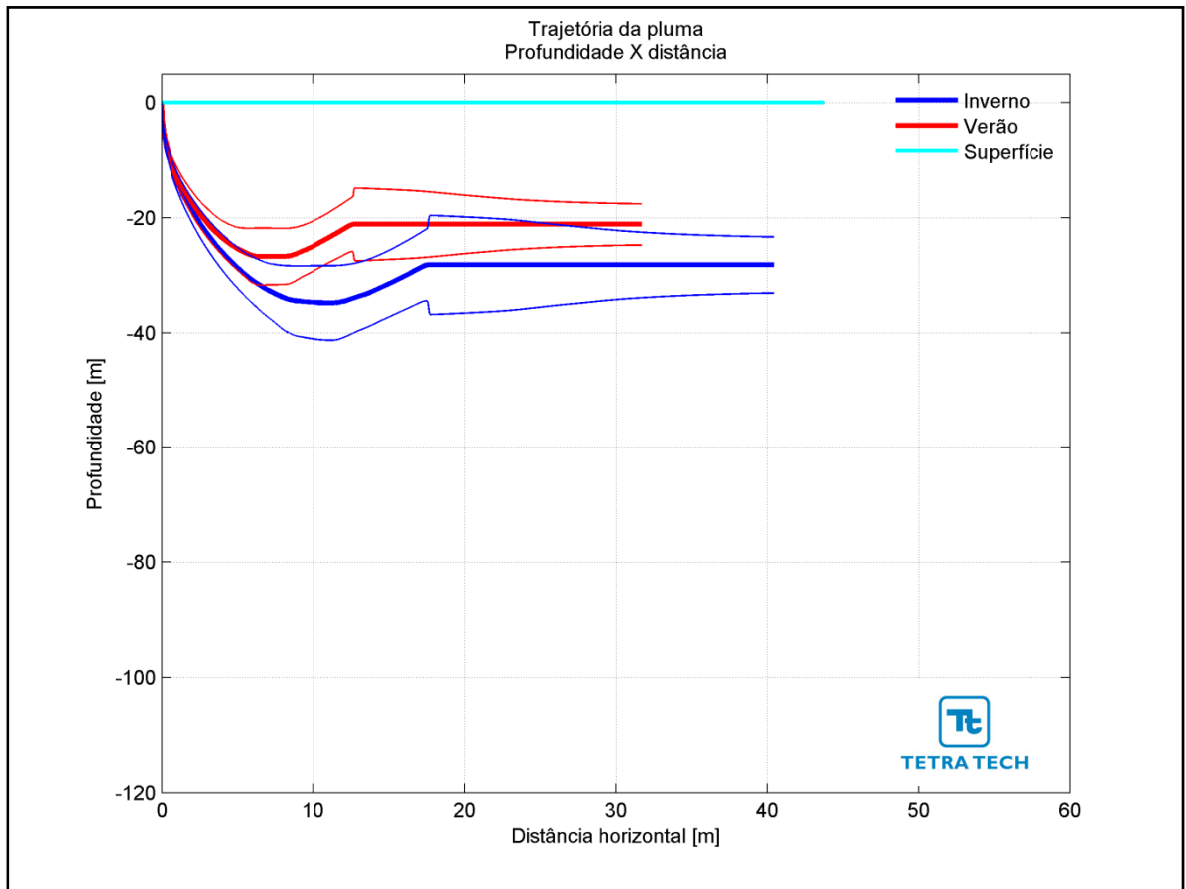


**Figura III-45** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

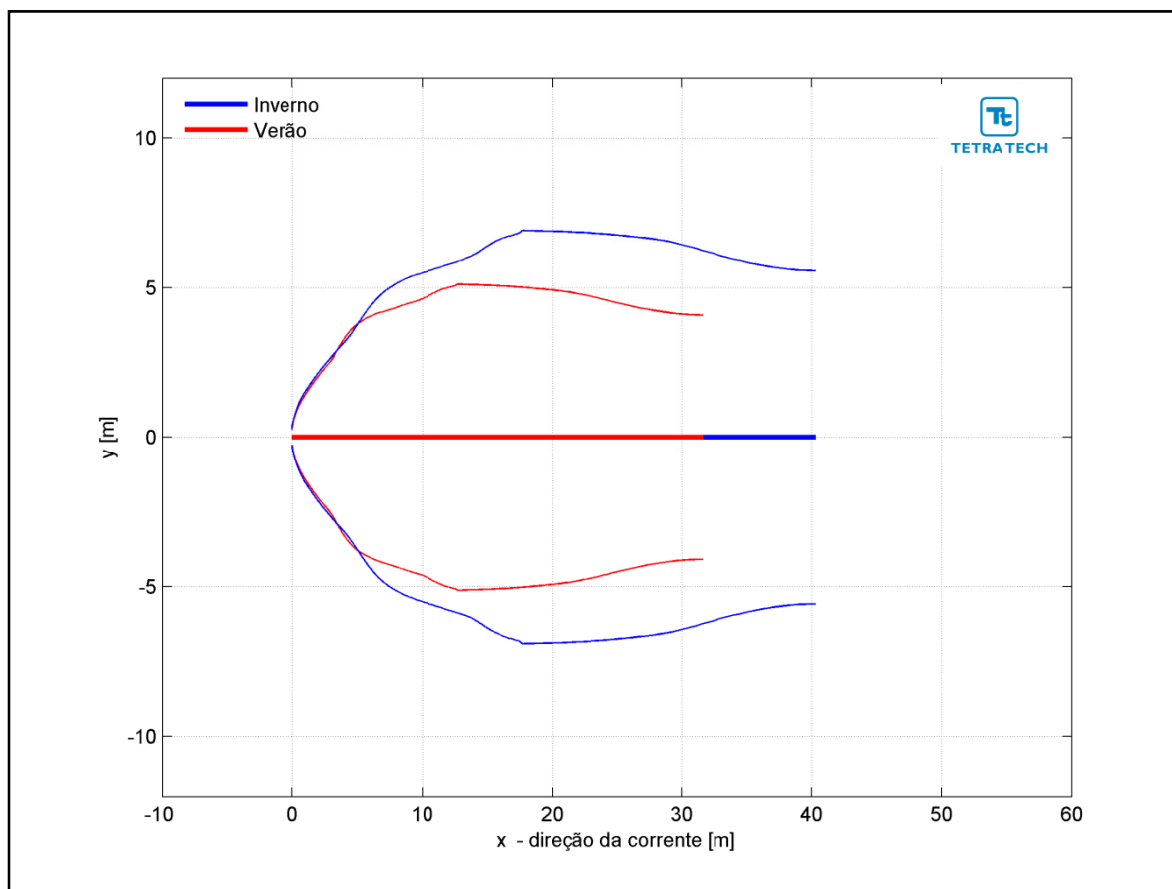


**Figura III-46** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-47 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 21 e 28 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-48 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



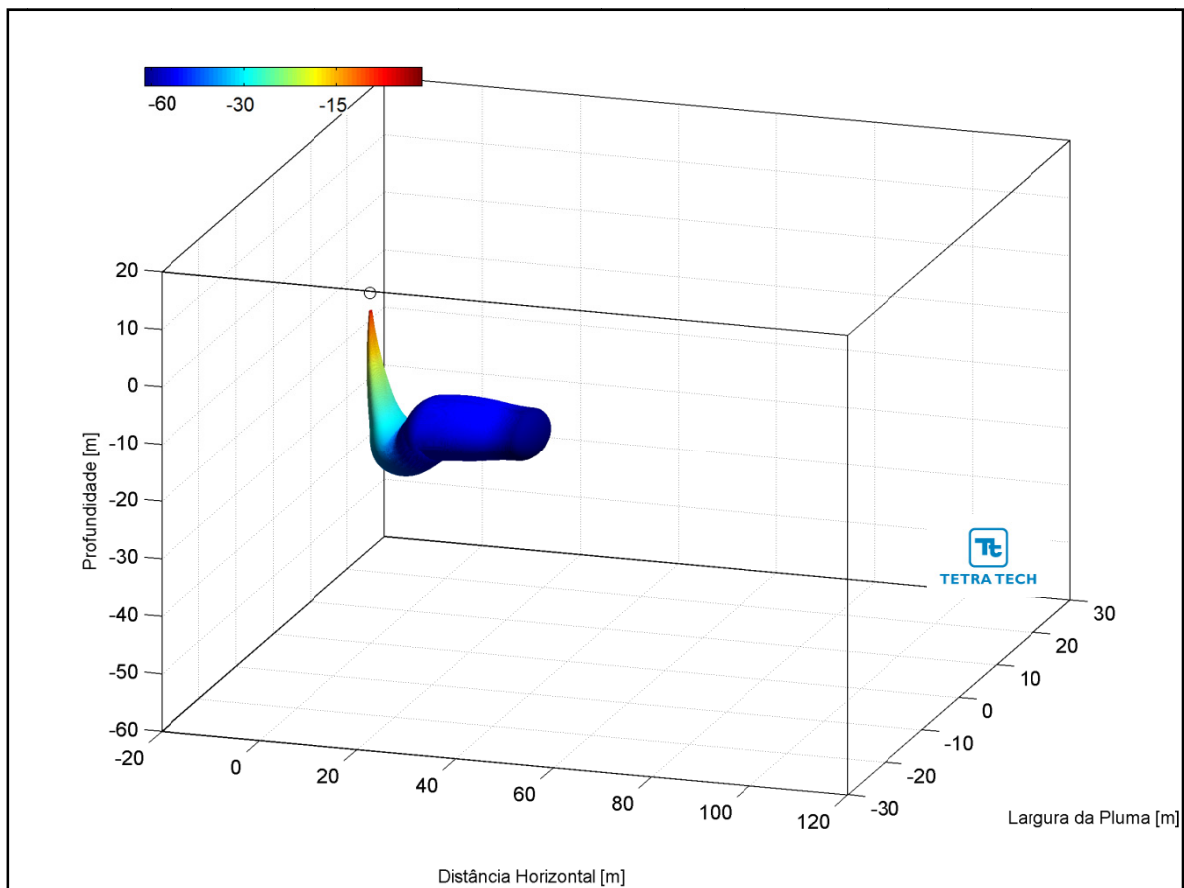
**Figura III-47 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno.**



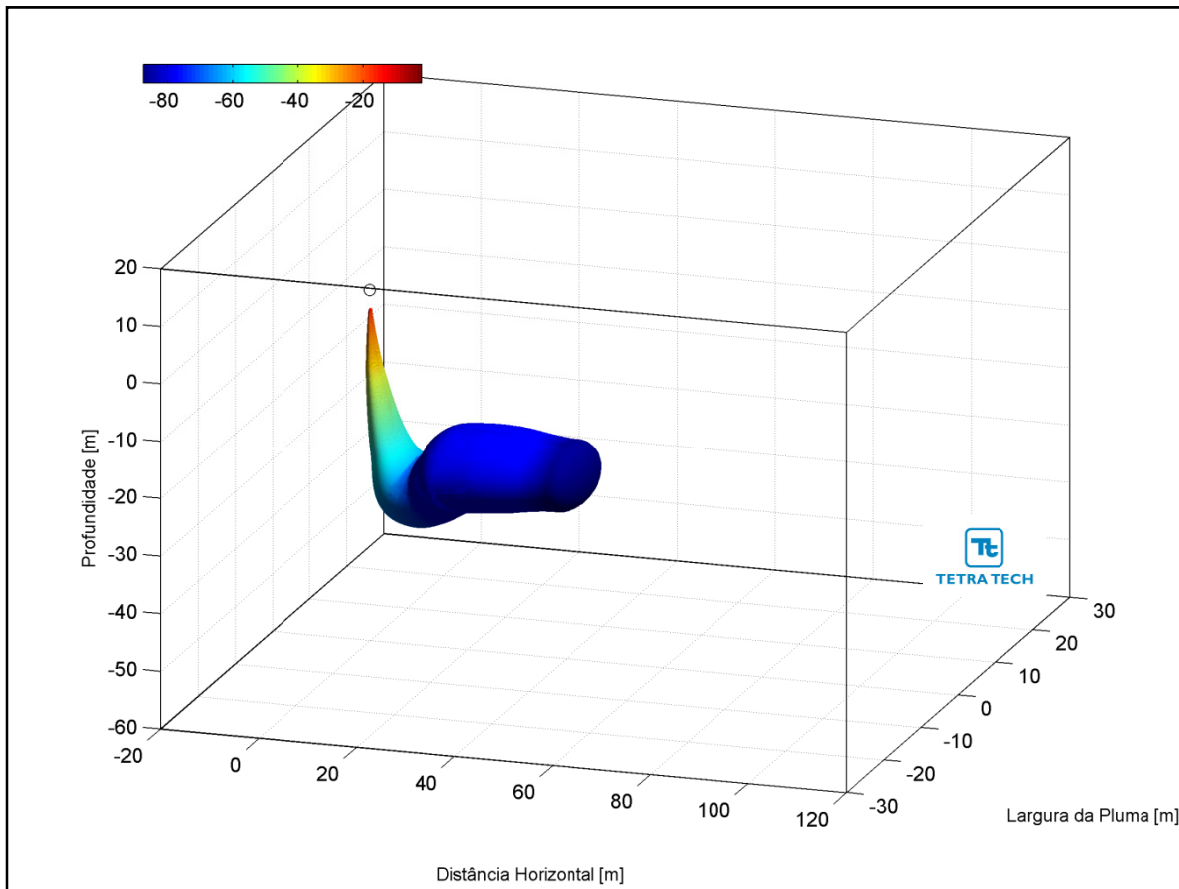
**Figura III-48** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno.



As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-49) e inverno (Figura III-50), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 25 metros, não atingindo a superfície.

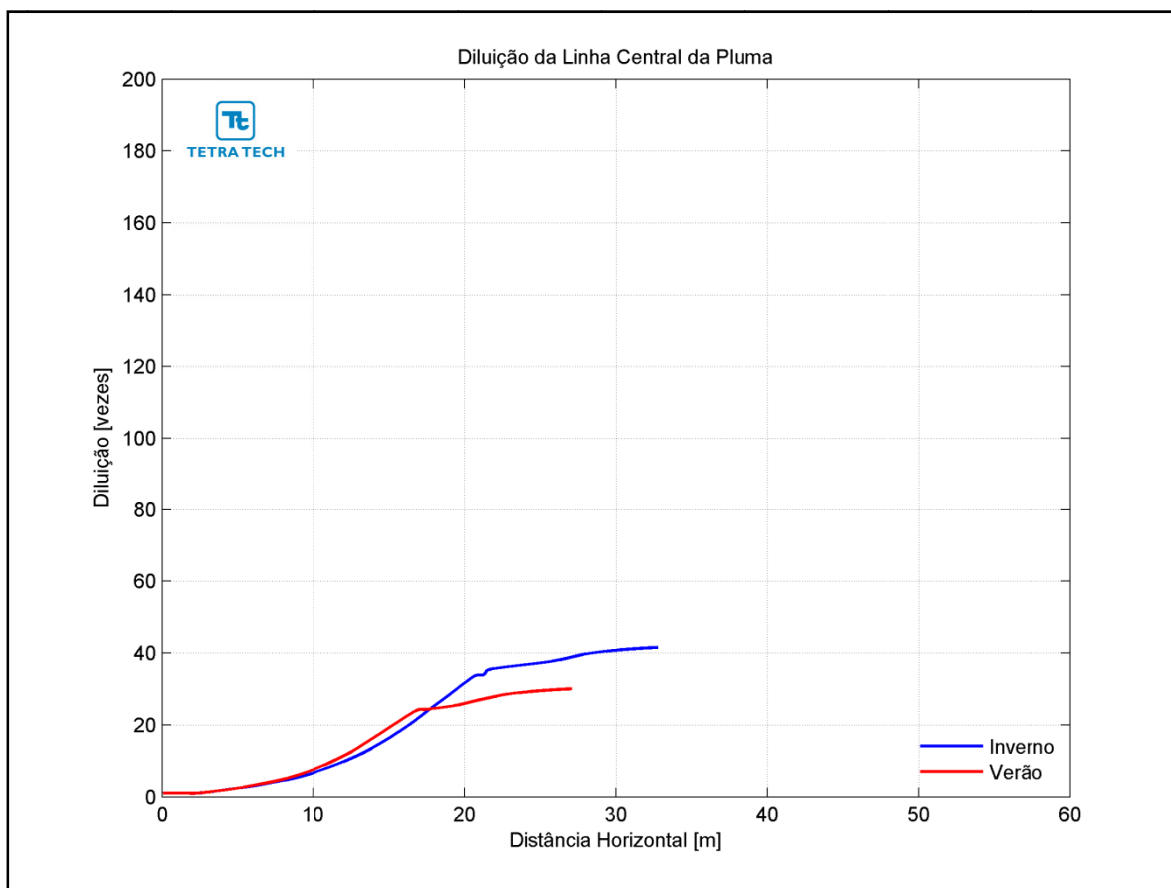


**Figura III-49** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão.



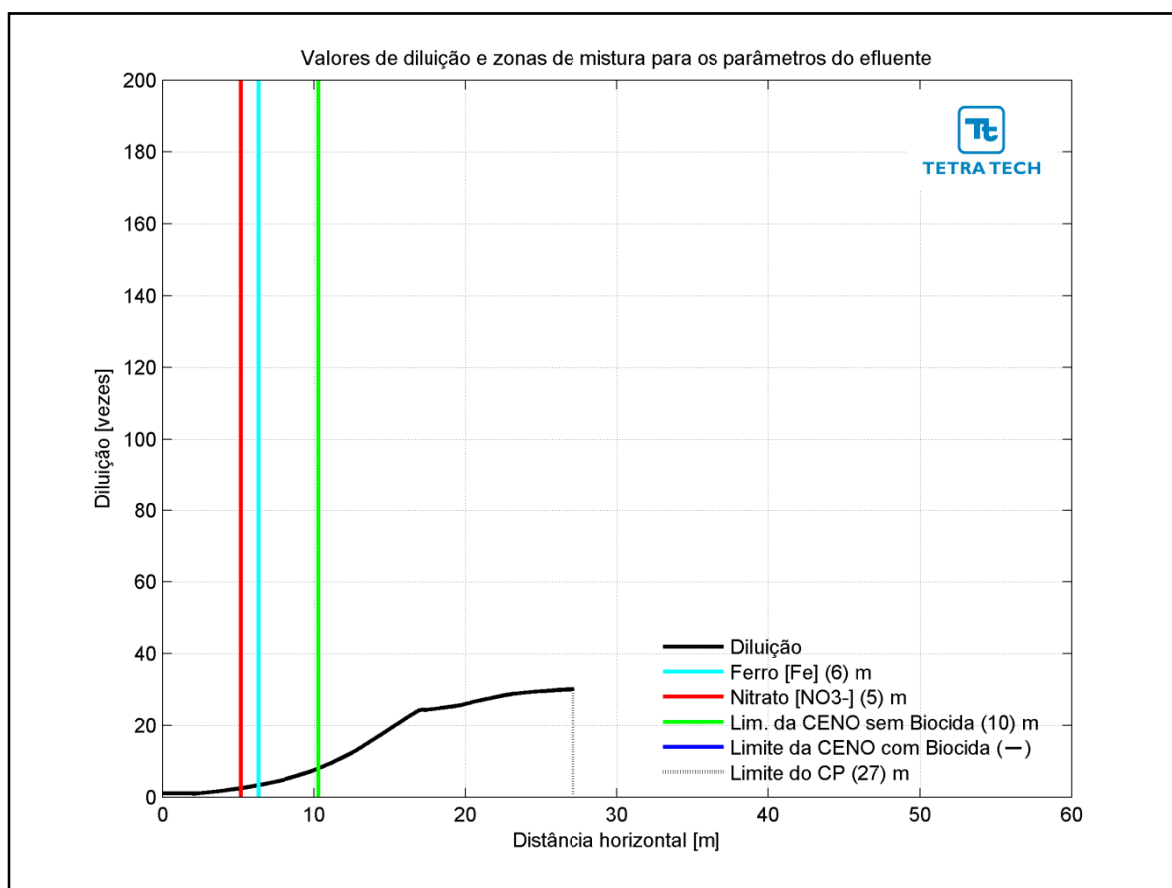
**Figura III-50 - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção.**

A Figura III-51 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

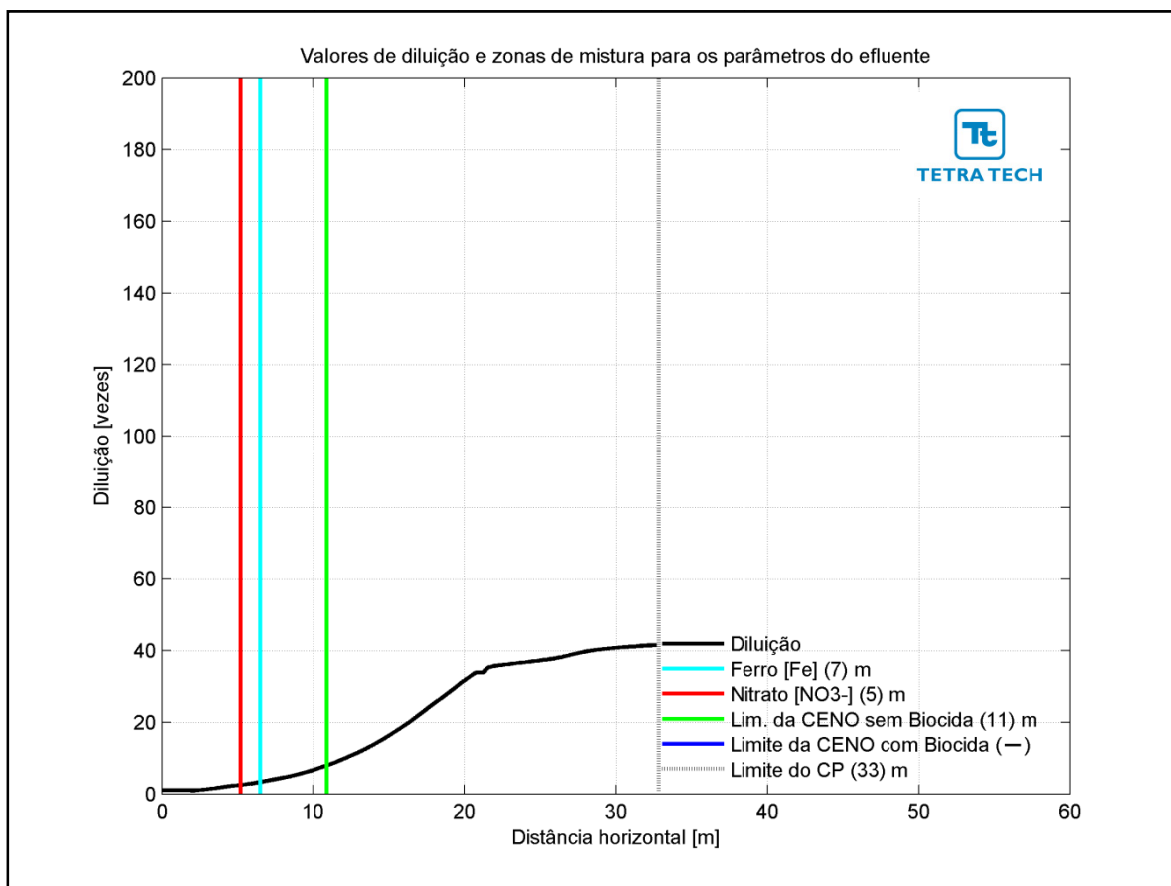


**Figura III-51** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-52 e na Figura III-53 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A diluição de 64 vezes (CENO com biocida) não é atingida em nenhum dos períodos simulados. Essa diluição é alcançada apenas no domínio do campo afastado. A posição da CENO sem biocida é indicada pela linha verde, e seu enquadramento ocorre a uma distância de 11 m. Para os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) as posições de enquadramento são todas inferiores a 7 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 27 m no verão para 33 m no inverno.

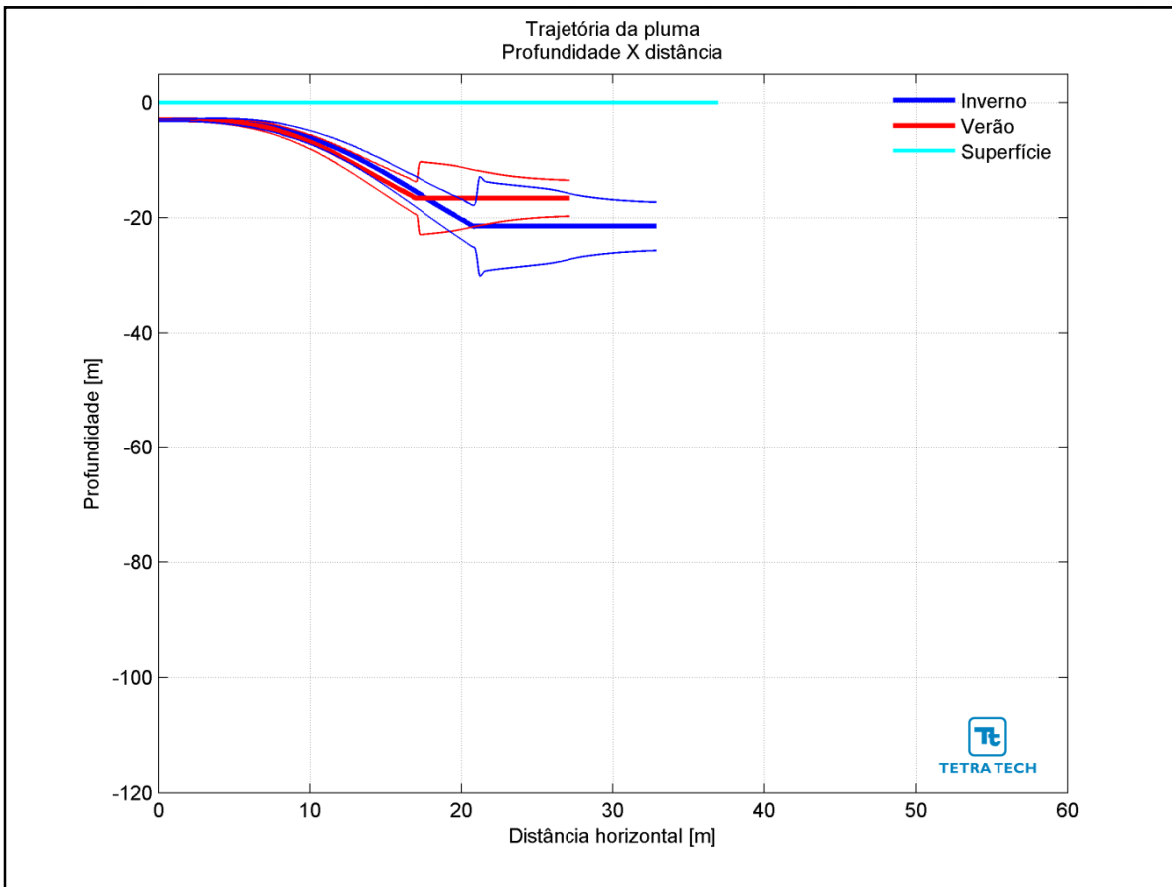


**Figura III-52** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

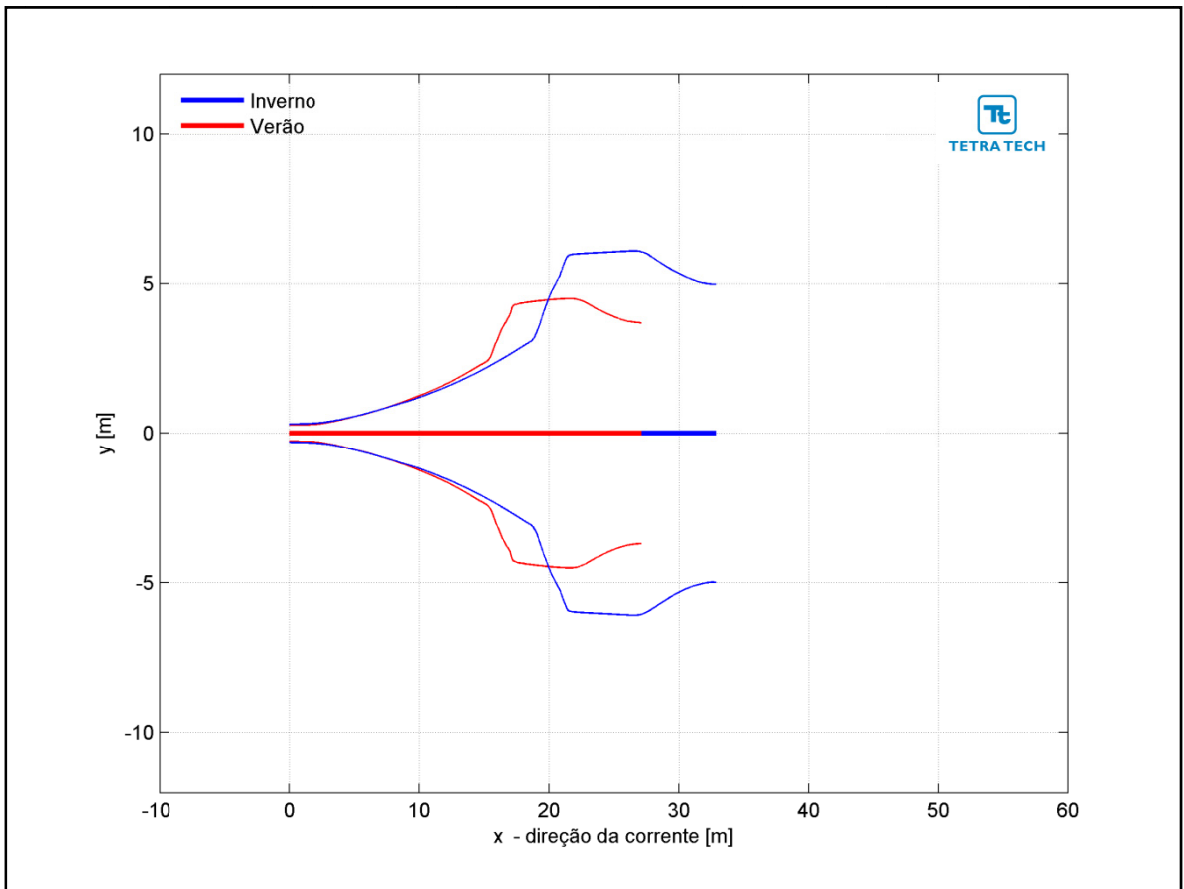


**Figura III-53** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-54 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 17 e 21 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-55 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

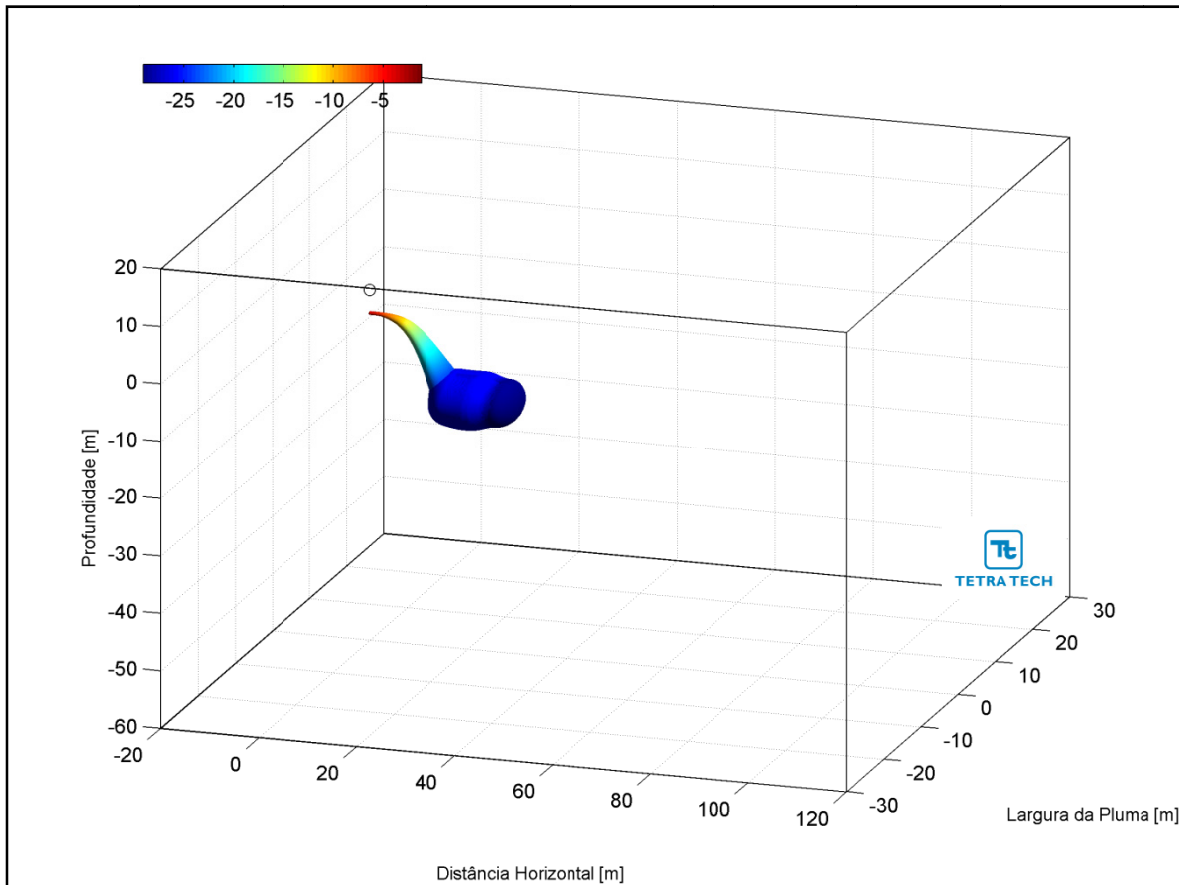


**Figura III-54 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno.**



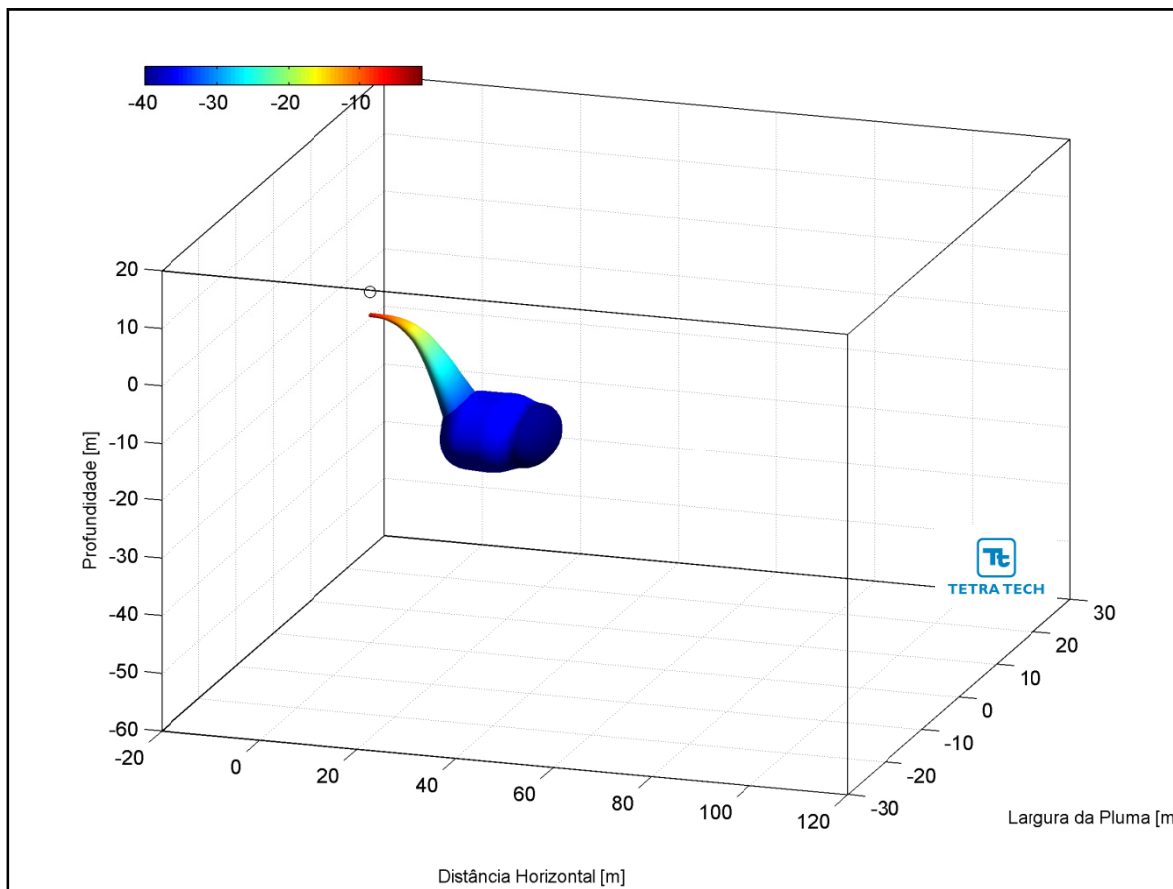
**Figura III-55 - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno.**

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-56) e inverno (Figura III-57), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 20 metros, não atingindo a superfície.



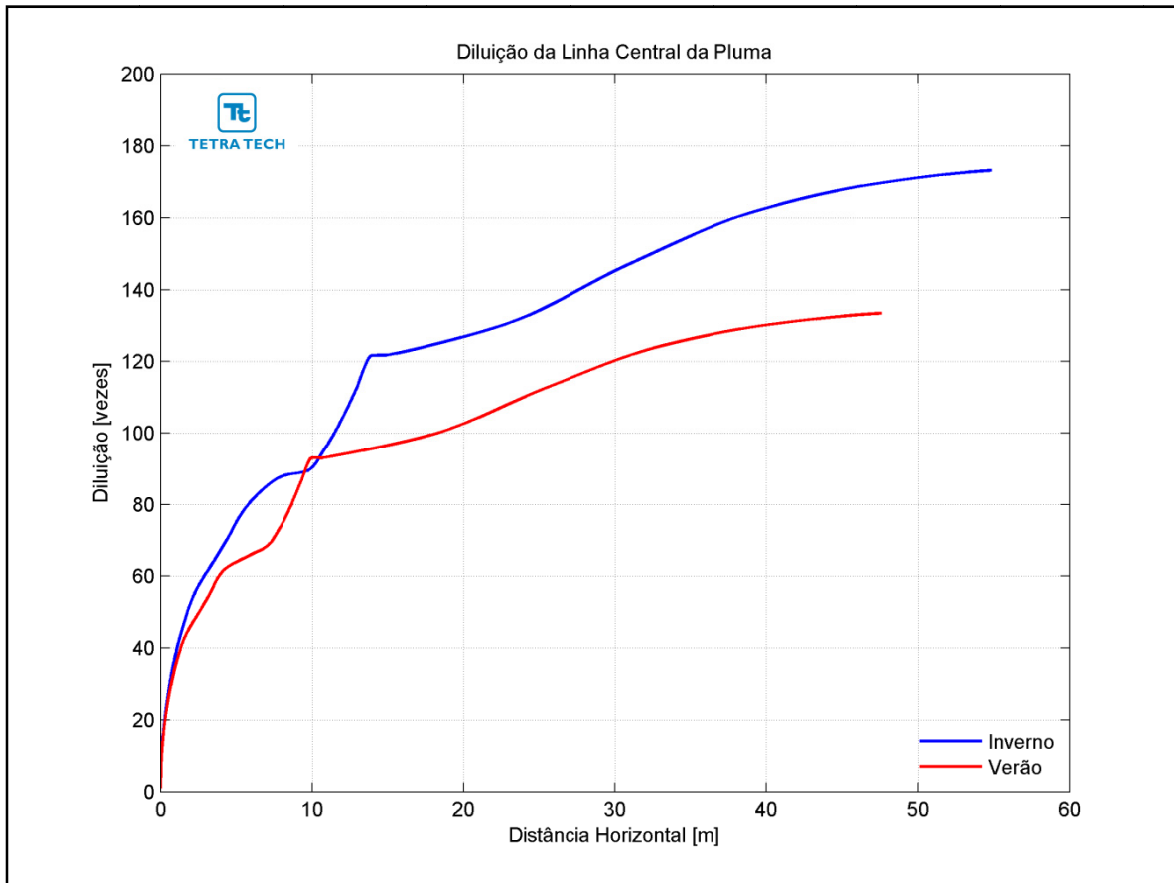
**Figura III-56 - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão.**





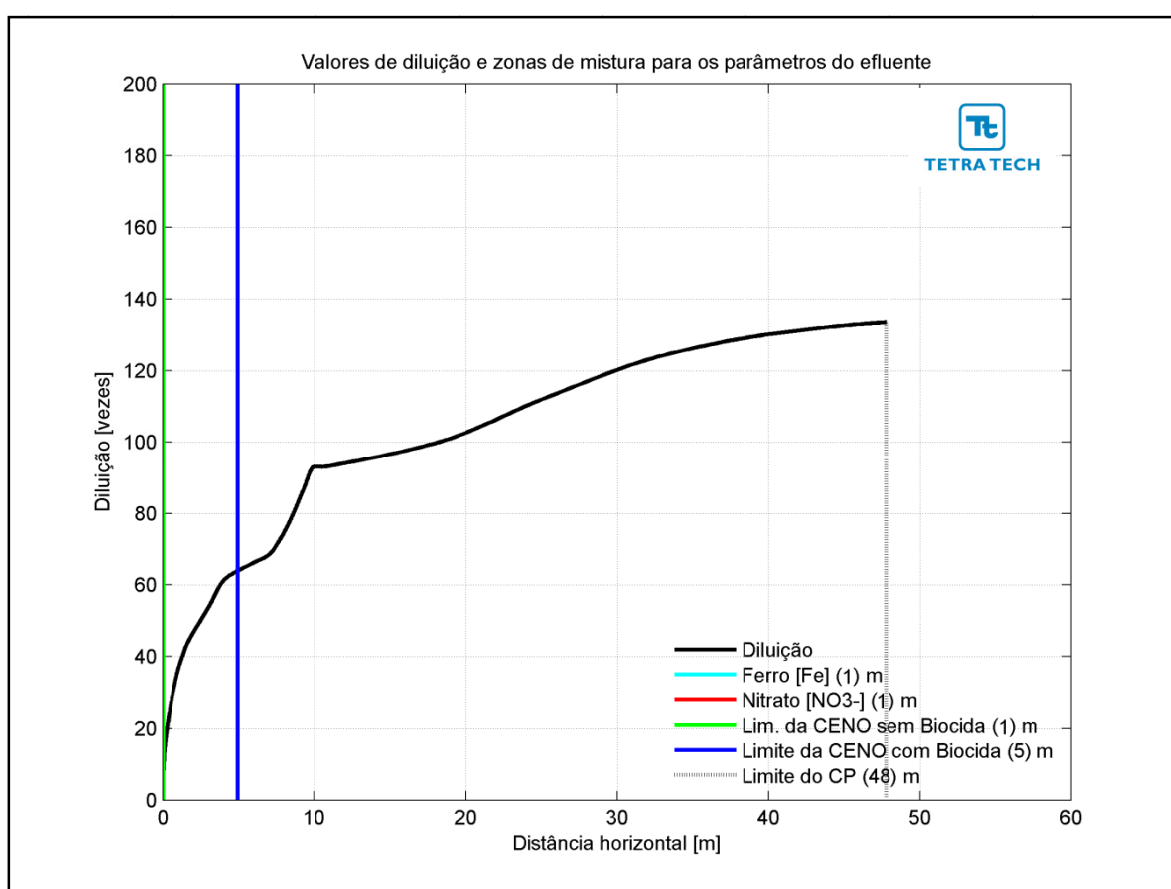
**Figura III-57 - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de inverno.**

A Figura III-58 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

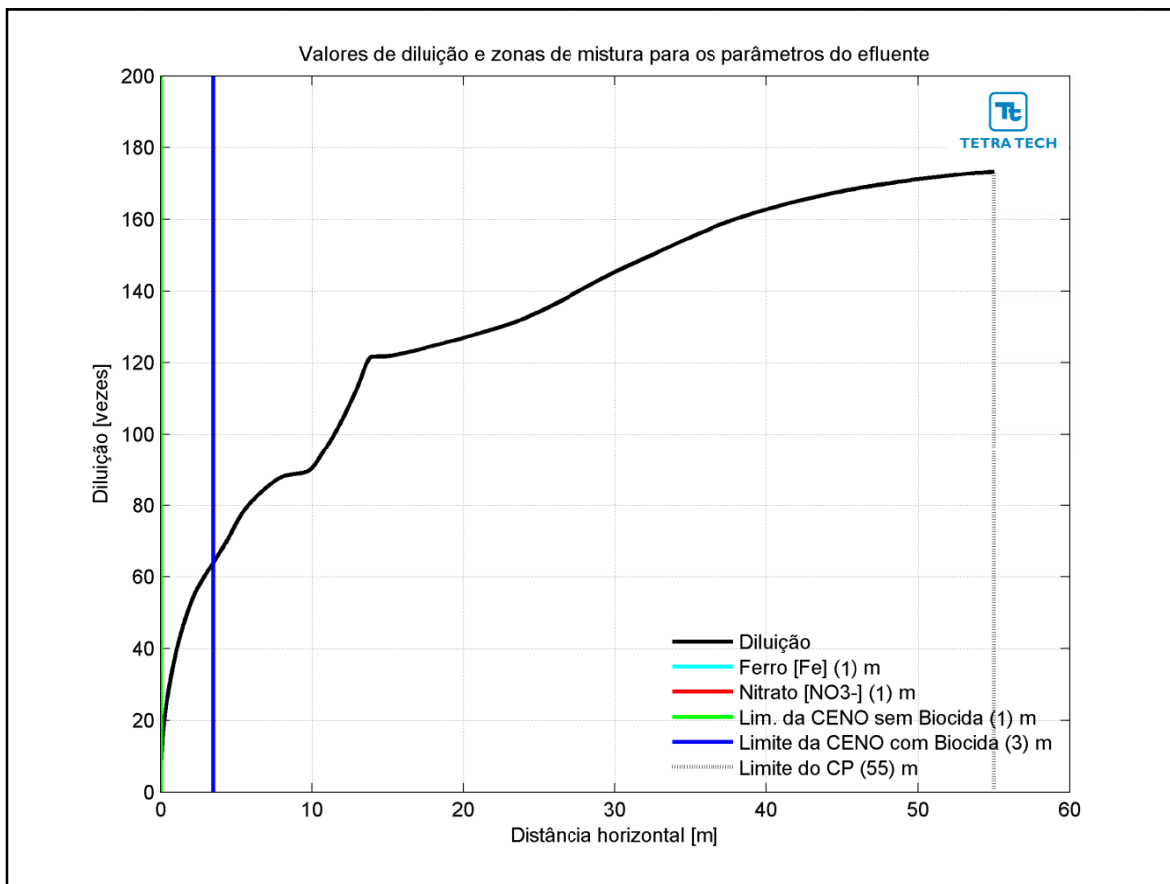


**Figura III-58** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-59 e na Figura III-60 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 5 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 48 m no verão para 55 m no inverno.

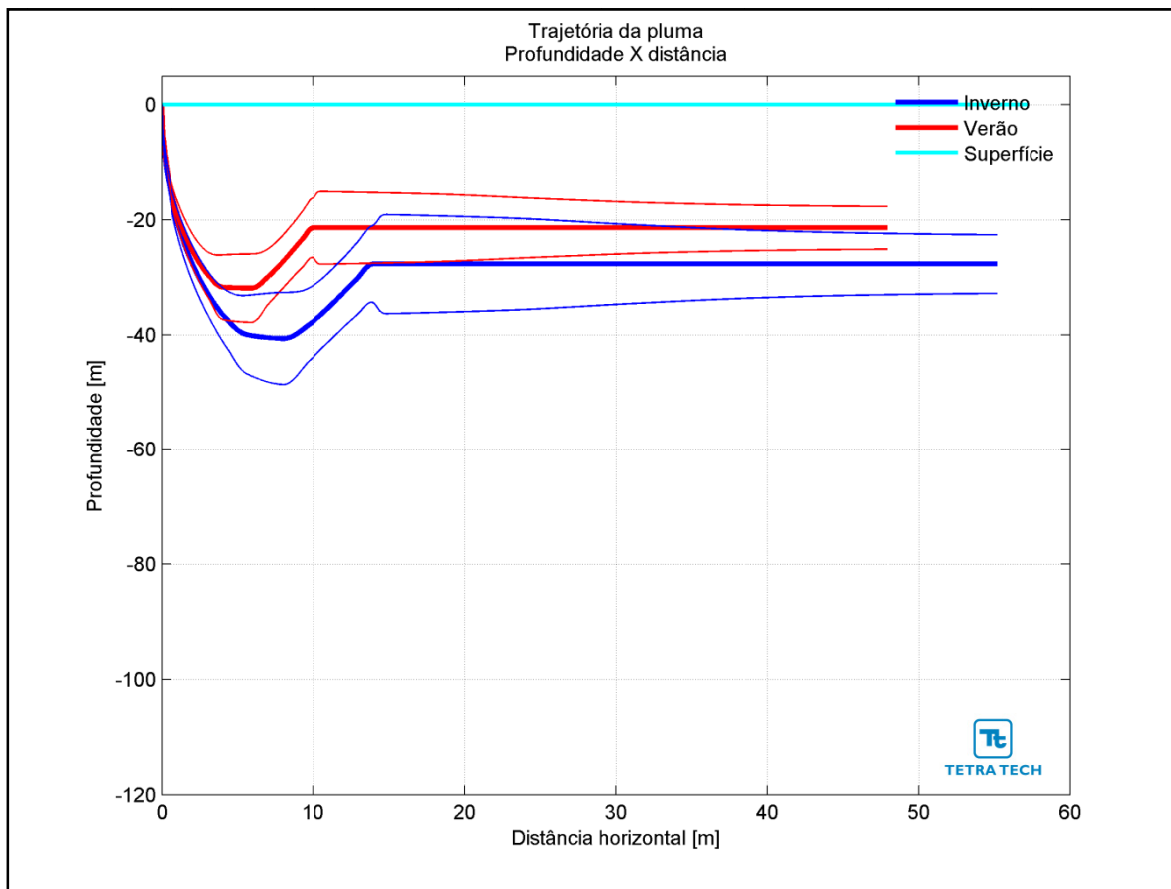


**Figura III-59** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

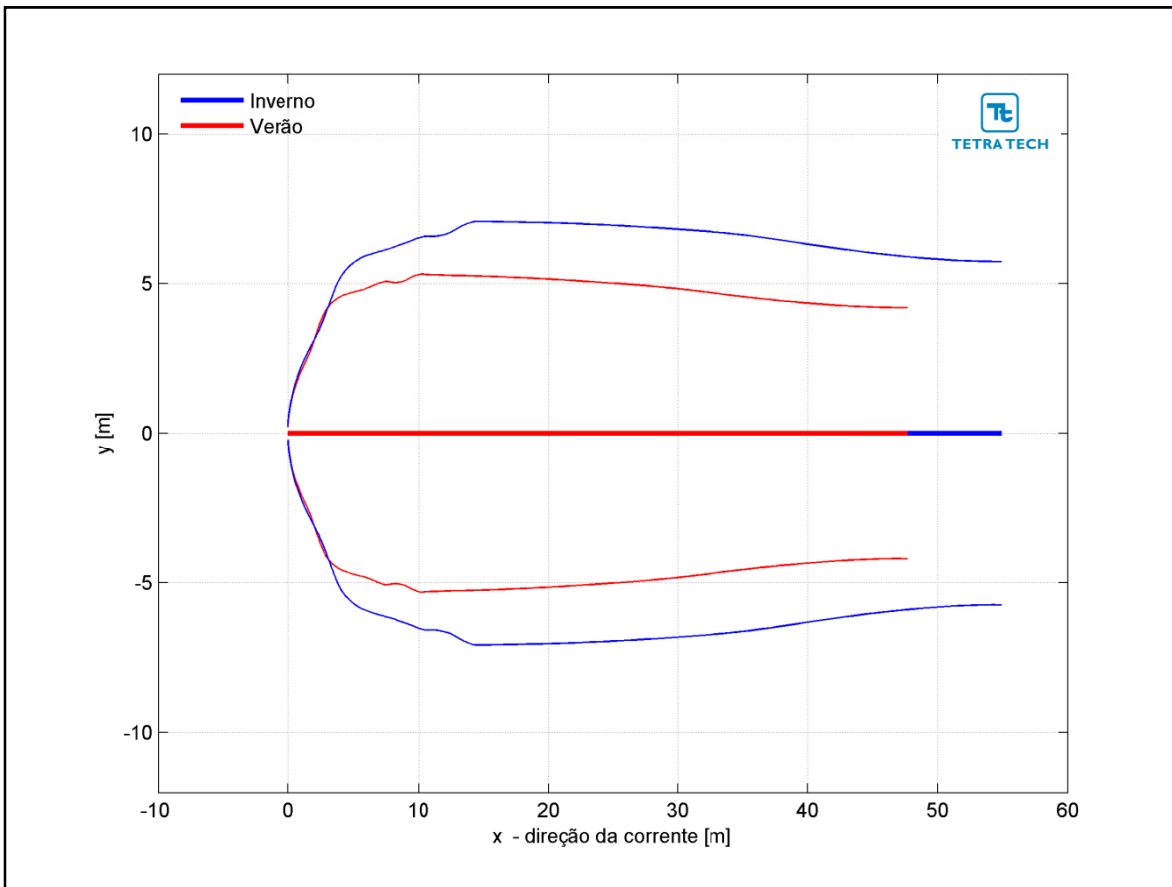


**Figura III-60** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-61 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 21 e 27 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-62 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

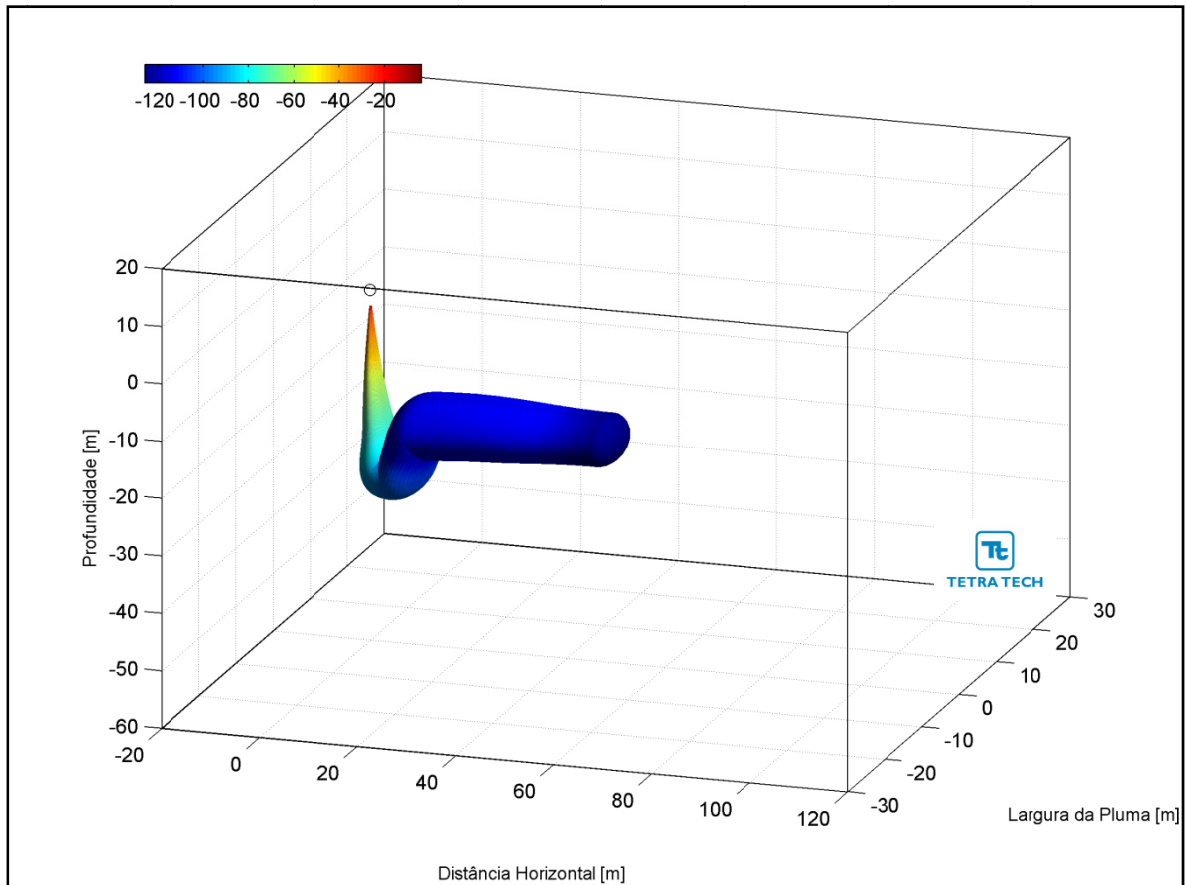


**Figura III-61** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno.

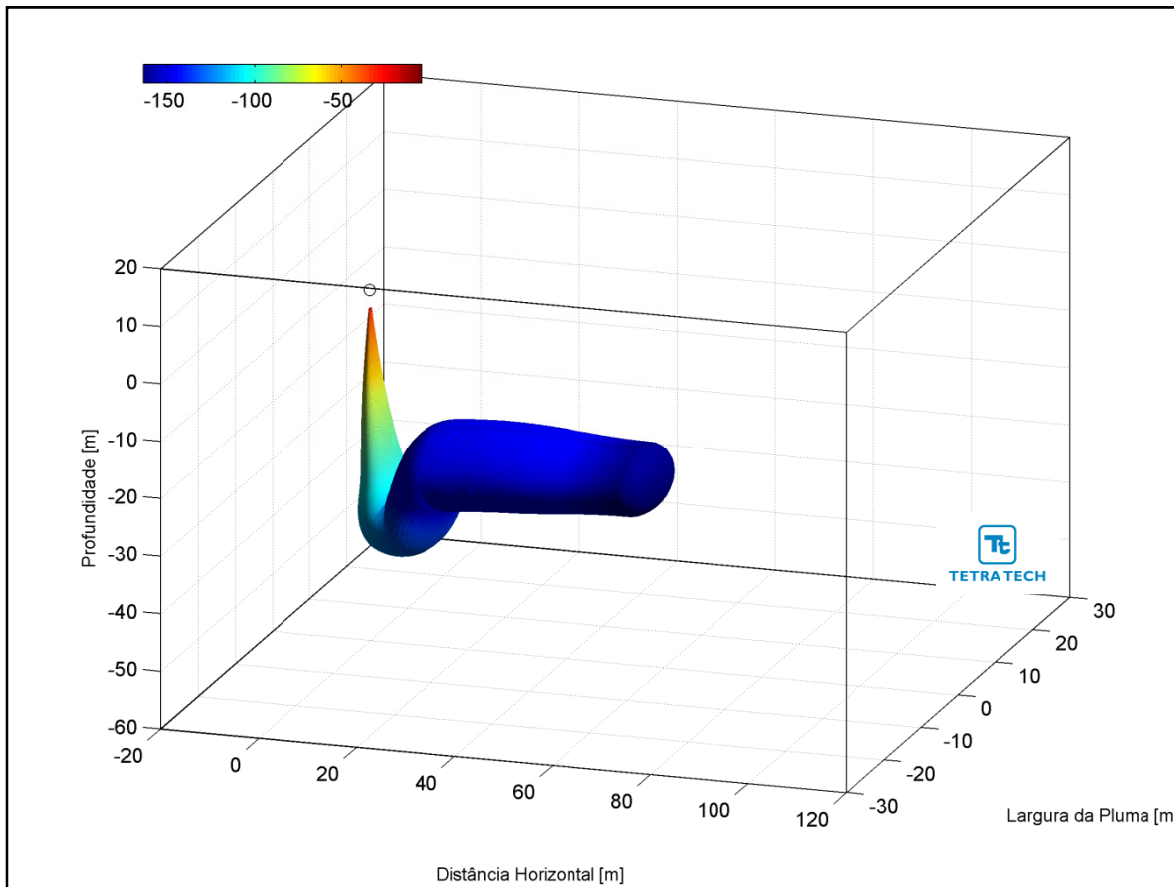


**Figura III-62 - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno.**

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-63) e inverno (Figura III-64), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 25 metros, não atingindo a superfície.



**Figura III-63** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão.



**Figura III-64** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de inverno.

A Tabela III-46 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA nº 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.



**Tabela III-46 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Área de Iracema Norte, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPO-<br>NENTES                             | CONCEN-<br>TRAÇÃO<br>NO PONTO<br>DE<br>DESCARTE<br>(mg/L) | LIMITE<br>RESOLUÇÃO<br>CONAMA<br>357/05<br>ART. 18<br>(mg/L) | DILUIÇÃO<br>MÍNIMA<br>PARA<br>ENQUADRA-<br>MENTO<br>(vezes) | CONCENTRAÇÃO NO<br>CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|--|---|--|---|---|---------|----------|---------|----------|---------|
|  |   |  |   | Opção 01                                |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|  |   |  |   | Verão                                   | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0   | 1,0  | –   | 0,015                                   | 0,011   | 0,033    | 0,024   | 0,007    | 0,006   |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0   | –  | –   | 6,27                                    | 4,40    | 13,49    | 9,76    | 3,04     | 2,34    |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0   | –  | –   | 20,83                                   | 14,63   | 44,85    | 32,45   | 10,11    | 7,79    |
| Cloro (Cl <sup>-</sup> )                     | 29.185,0  | –  | –   | 450,39                                  | 316,20  | 969,60   | 701,56  | 218,61   | 168,41  |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0  | –  | –   | 0,43                                    | 0,30    | 0,93     | 0,67    | 0,21     | 0,16    |
| Ferro total                                  | 1,0   | 0,3  | 3,3   | 0,015                                   | 0,011   | 0,033    | 0,024   | 0,007    | 0,006   |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0   | –  | –   | 84,57                                   | 59,37   | 182,06   | 131,73  | 41,05    | 31,62   |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0   | 0,4  | 2,5   | 0,015                                   | 0,011   | 0,033    | 0,024   | 0,007    | 0,006   |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0   | –  | –   | 8,02                                    | 5,63    | 17,28    | 12,50   | 3,90     | 3,00    |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0  | –  | –   | 215,57                                  | 151,34  | 464,09   | 335,79  | 104,64   | 80,61   |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0  | –  | –   | 203,47                                  | 142,85  | 438,04   | 316,95  | 98,76    | 76,08   |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias de, aproximadamente, 7 m do ponto de lançamento.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção dos lançamentos ocorrendo através da Opção 02 para a CENO com biocida, em ambos os períodos simulados. Esta diluição só é alcançada no domínio do campo afastado, cujas características e resultados são apresentados no Item III.2, a seguir

Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 29 m do ponto de lançamento.

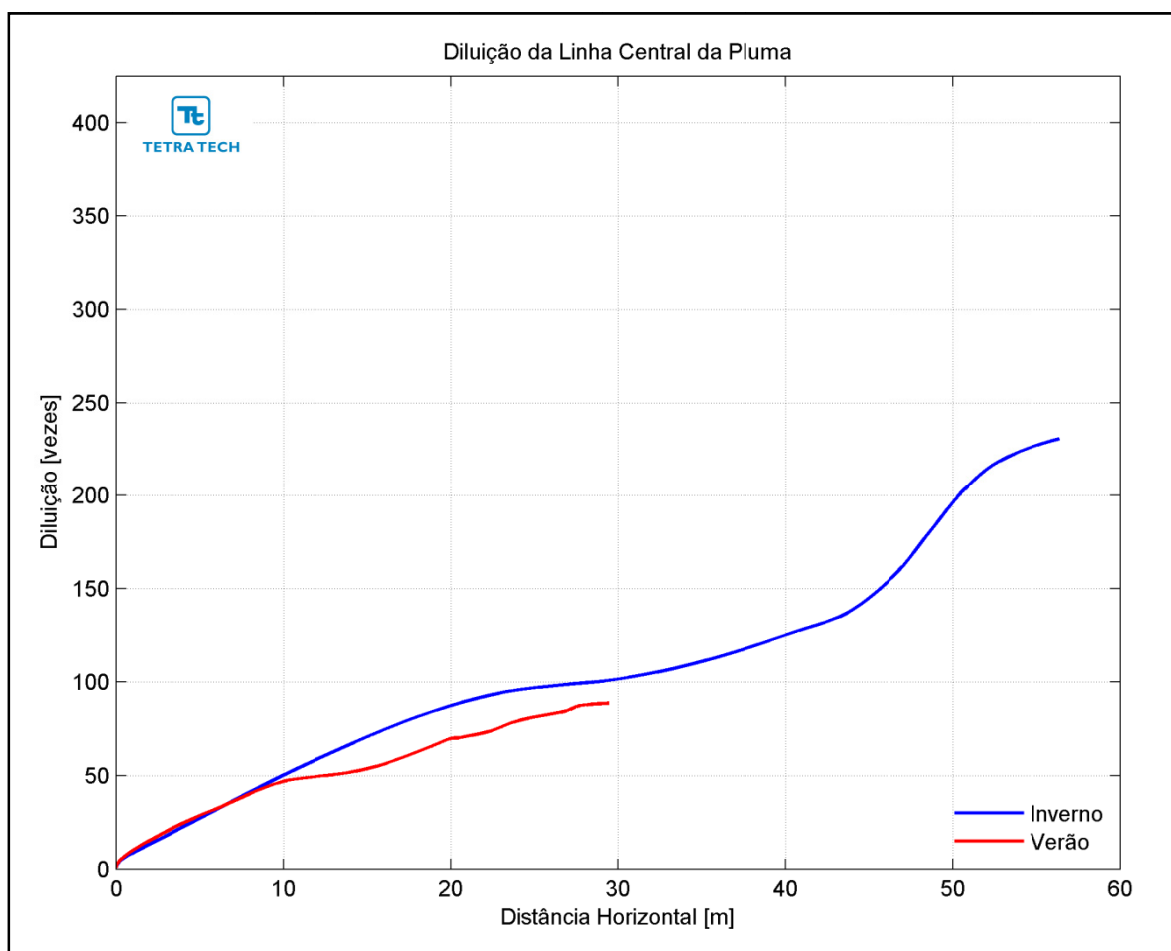
### III.1.5.4 Desenvolvimento da Produção de Lula Central

A Tabela III-47 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Central. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-47 - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Central.**

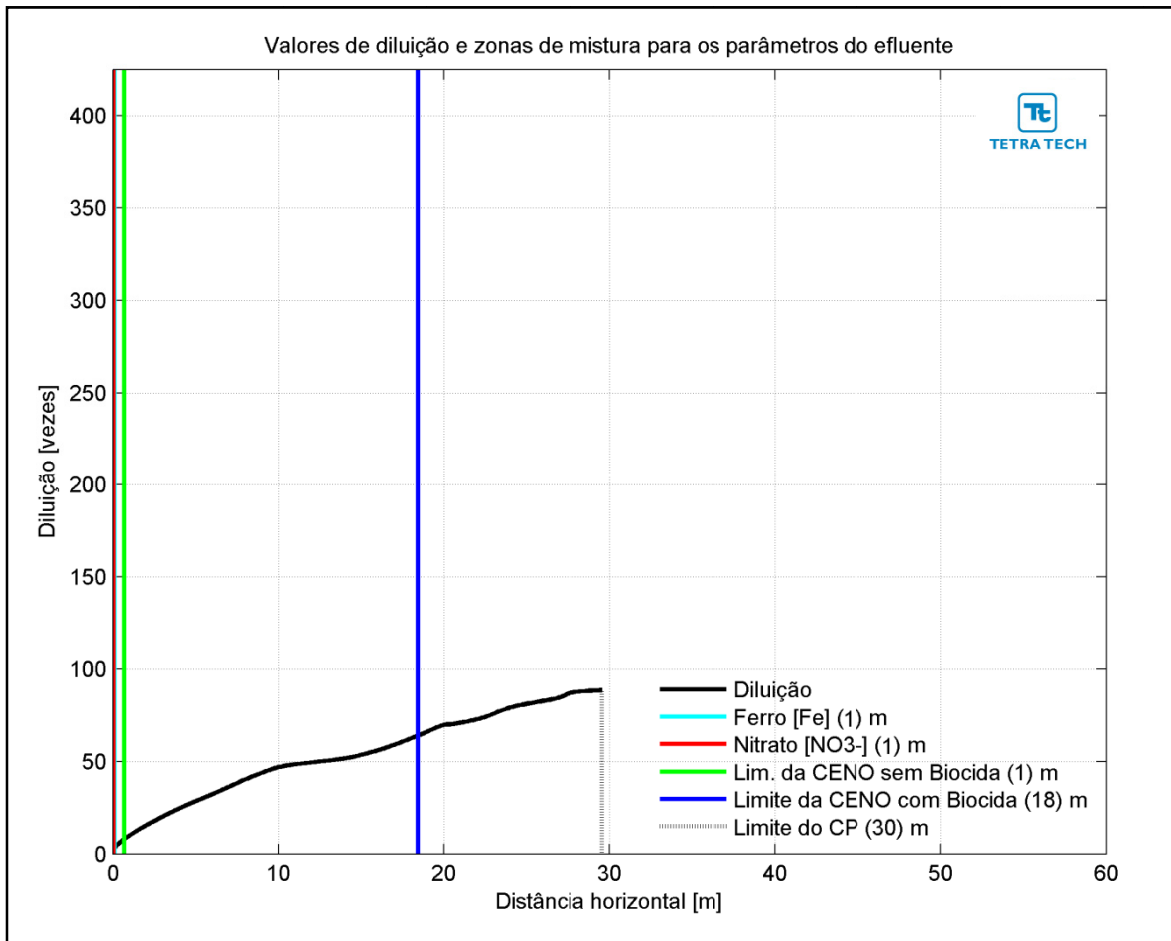
| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 88,70    | 230,80  | 36,40    | 106,80  | 166,90   | 410,90  |
| Espessura final da pluma (m)       | 4,89     | 13,69   | 3,69     | 9,31    | 5,21     | 18,26   |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 29,56    | 56,48   | 21,85    | 35,34   | 33,15    | 53,01   |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 19,03    | 22,85   | 15,39    | 18,54   | 20,78    | 27,26   |

A Figura III-65 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

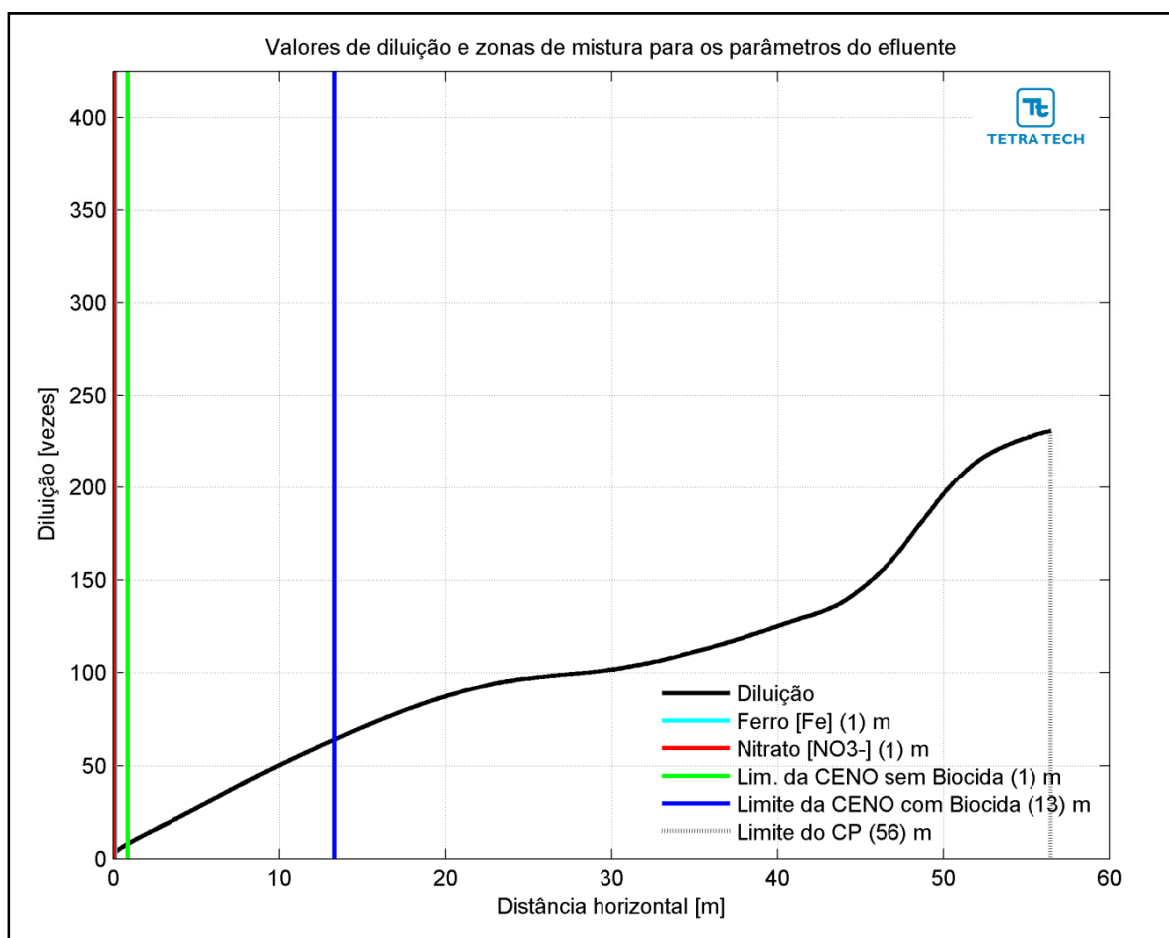


**Figura III-65** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-66 e na Figura III-67 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais os critérios ambientais adotados atingem as diluições suficientes para o enquadramento, que é atingido dentro dos limites do campo próximo, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância inferior a 18 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo é de, aproximadamente, 30 m no verão e 56 m no inverno.

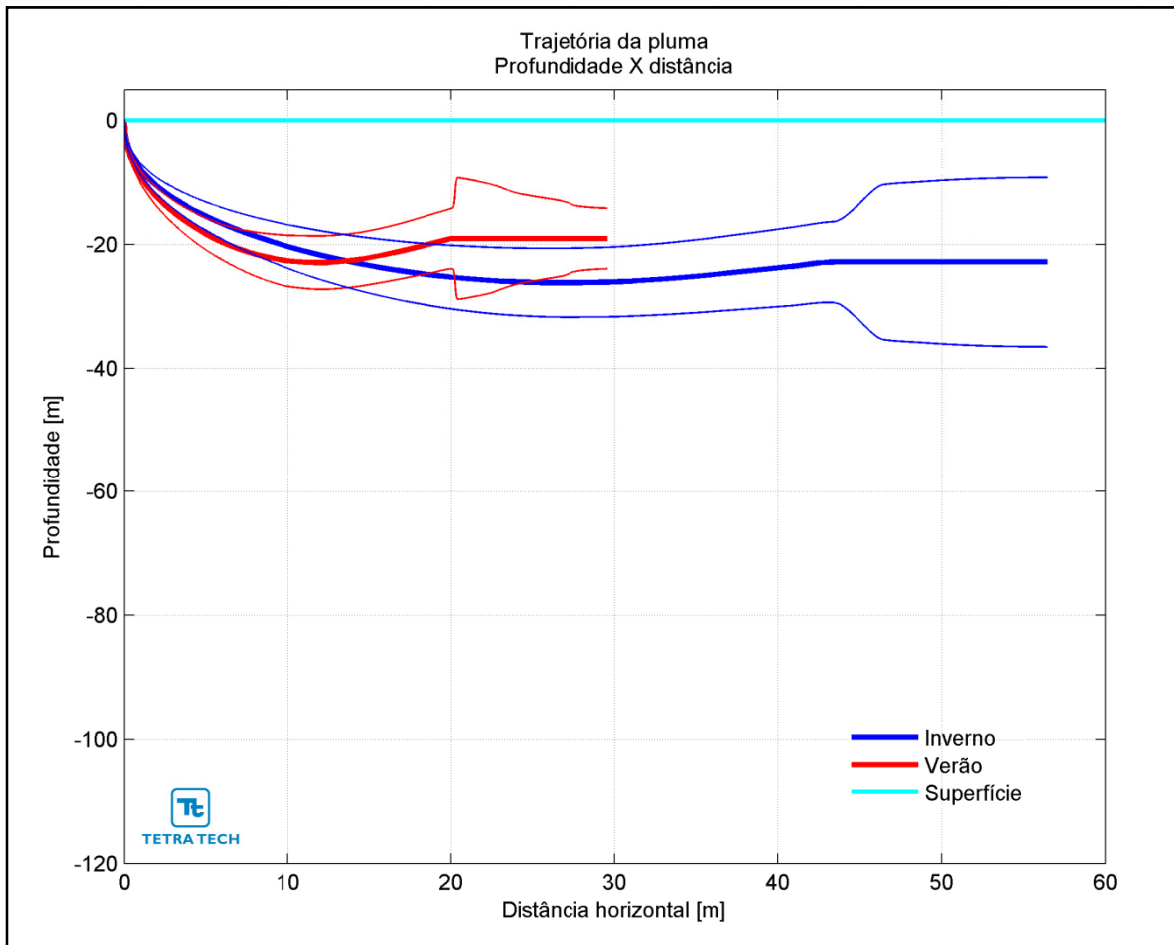


**Figura III-66** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Central, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

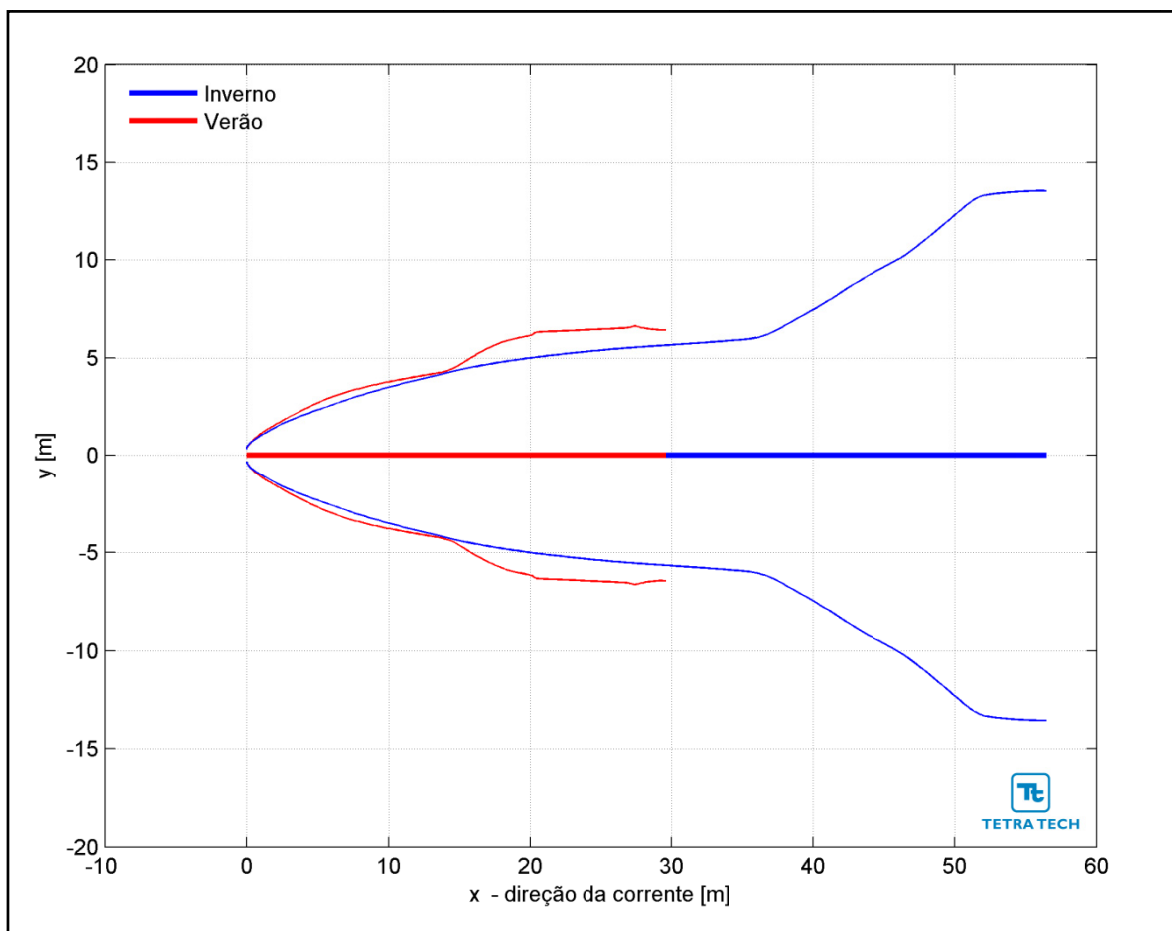


**Figura III-67** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Central, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-68 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 19 e 22 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-69 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

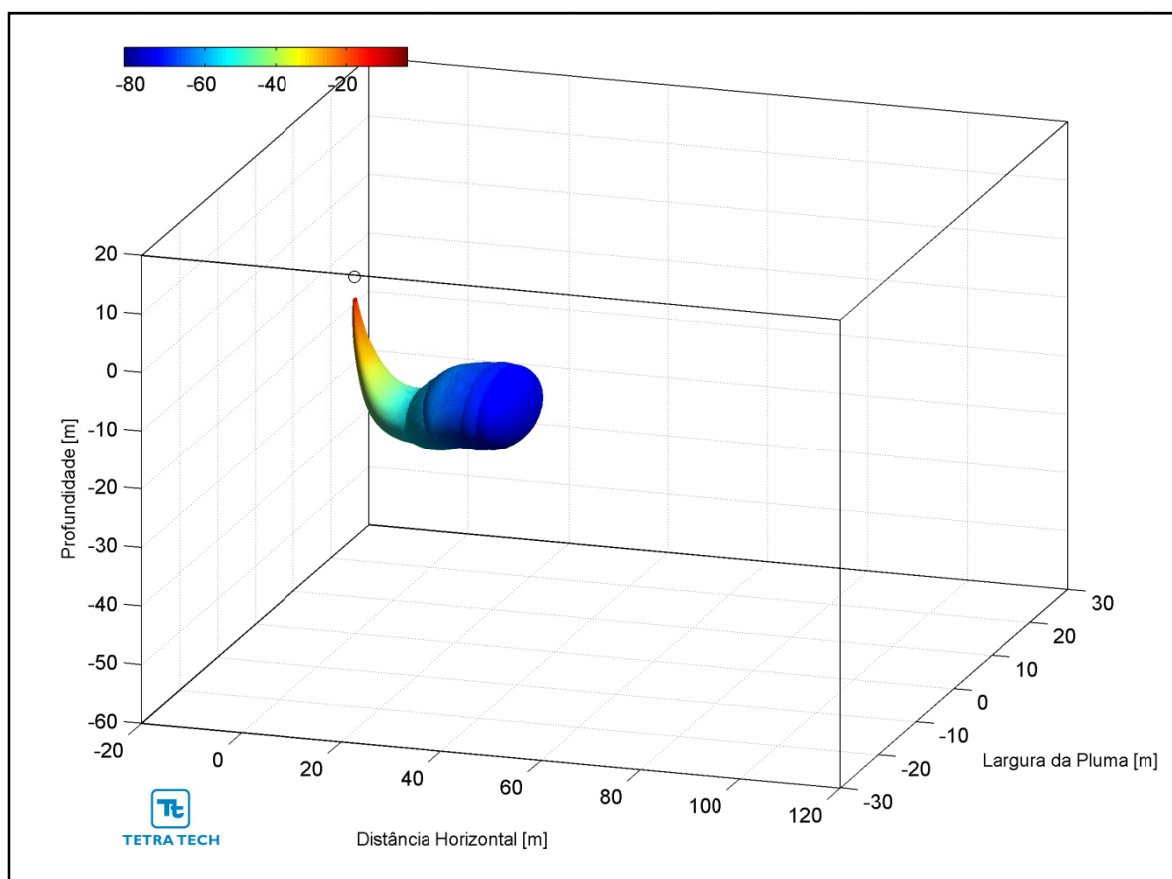


**Figura III-68 -** Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno.



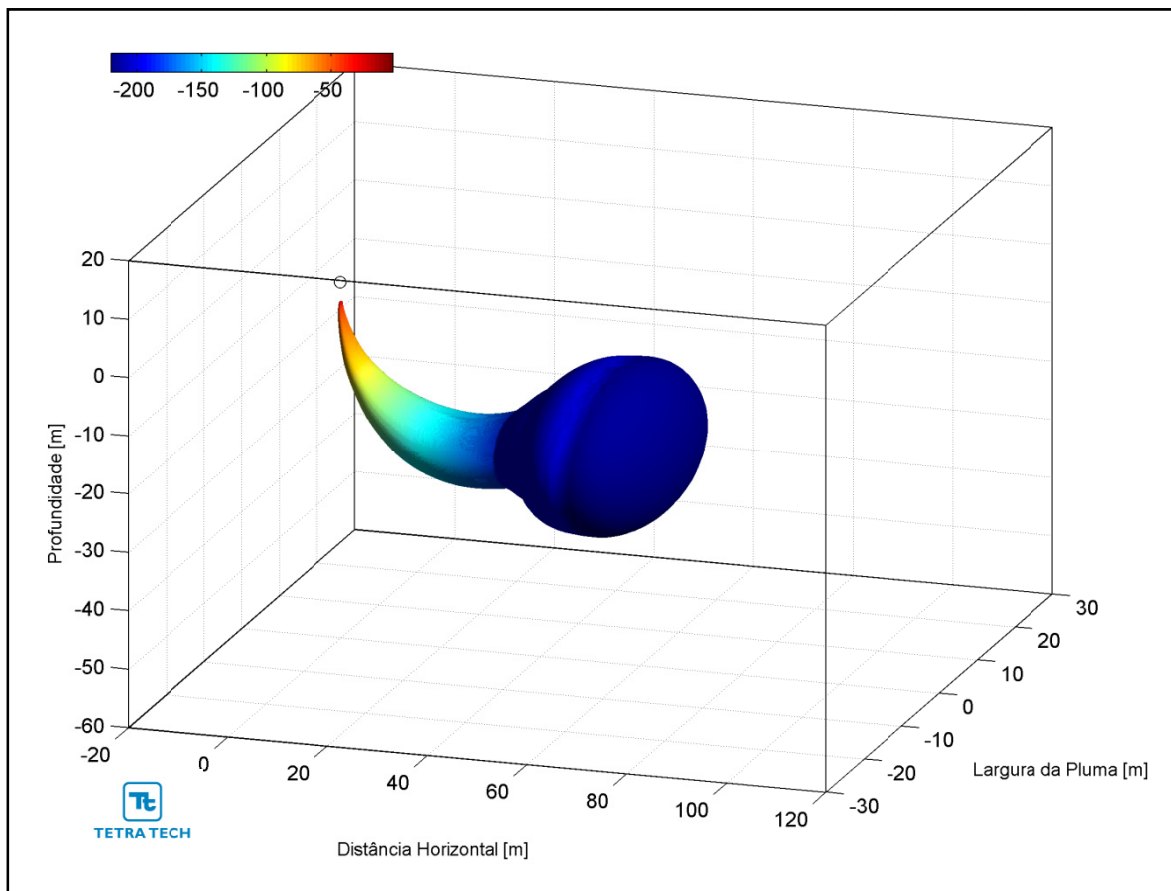
**Figura III-69** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-70) e inverno (Figura III-71), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 20 metros, não atingindo a superfície.



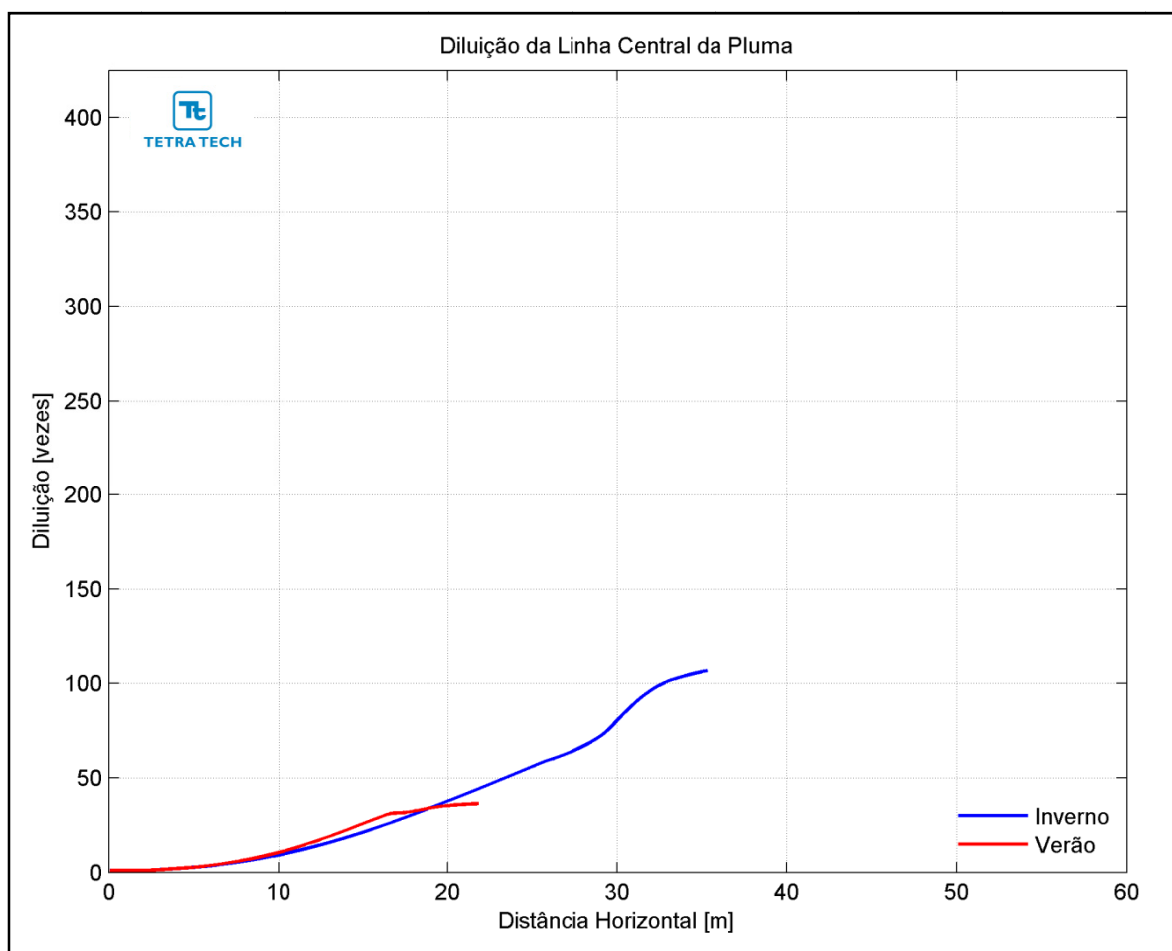
**Figura III-70 - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Central, no período de verão.**





**Figura III-71** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Central, no período de inverno.

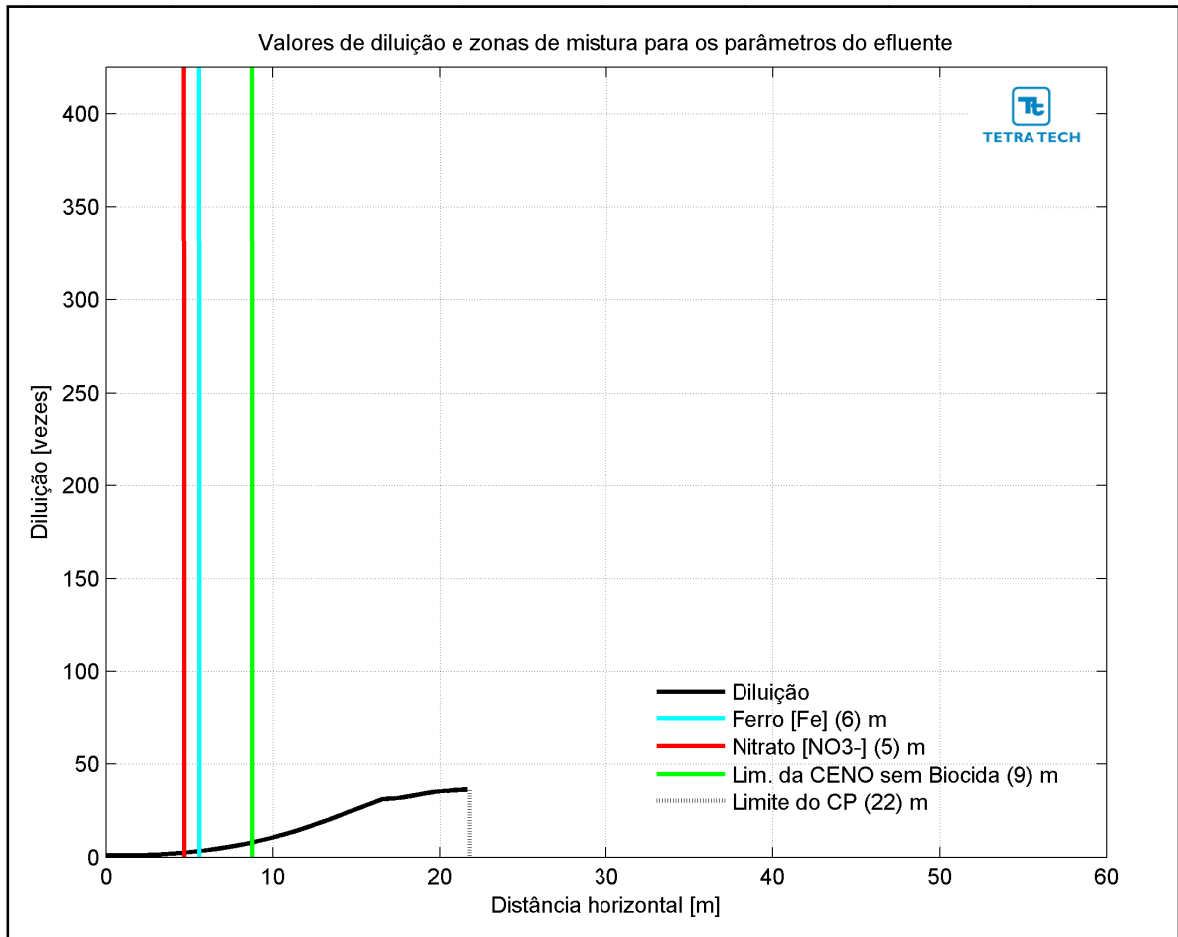
A Figura III-72 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.



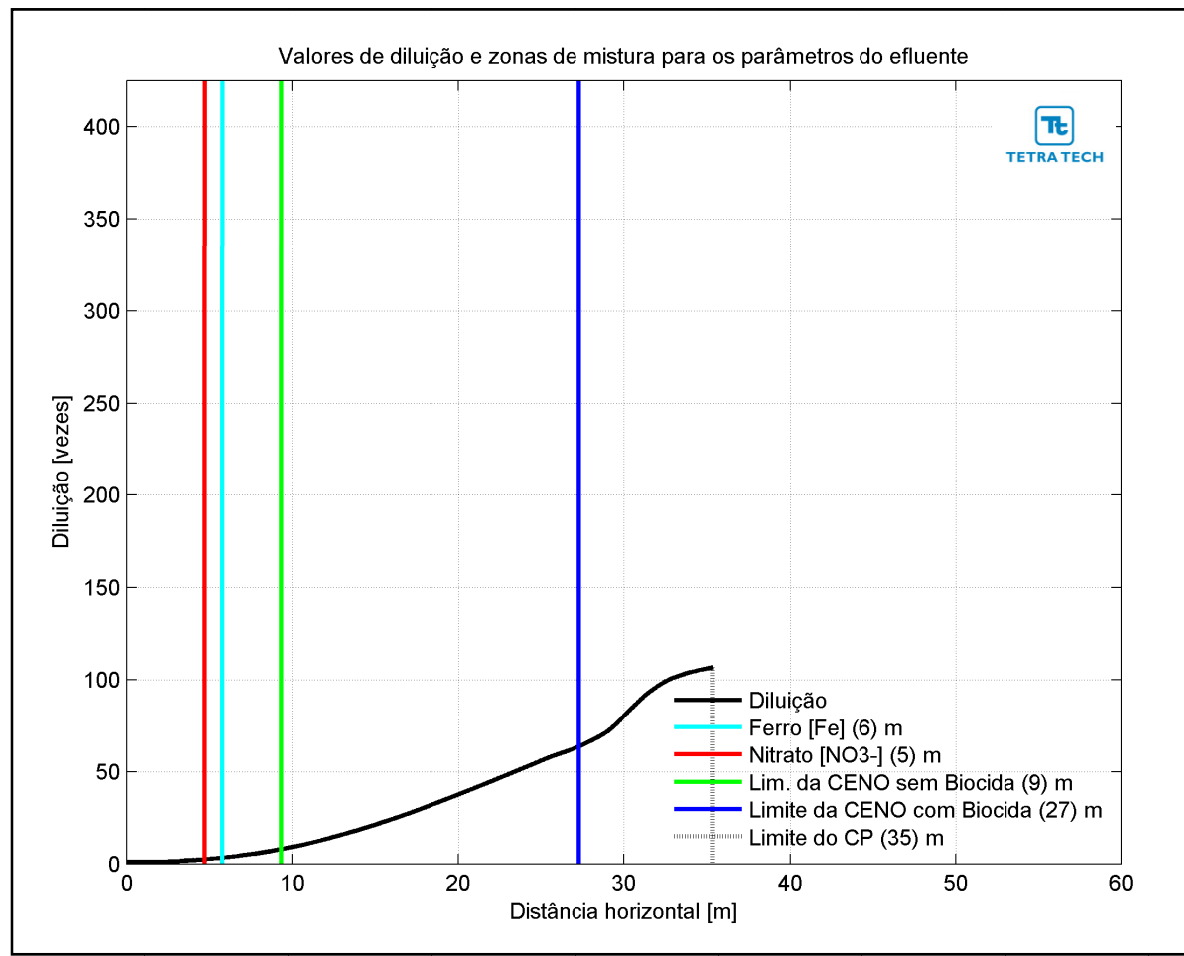
**Figura III-72 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno.**

Na Figura III-73 e na Figura III-74 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais os critérios ambientais adotados atingem as diluições suficientes para o enquadramento, que é atingido dentro dos limites do campo próximo, nos períodos de verão e inverno. A diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul e só há o enquadramento na legislação no período de inverno, a cerca de 27 m do

ponto de lançamento. A posição da CENO sem biocida é indicada pela linha verde, e seu enquadramento ocorre a uma distância de 9 m. Para os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) as posições de enquadramento são todas inferiores a 6 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 22 m no verão para 35 m no inverno.

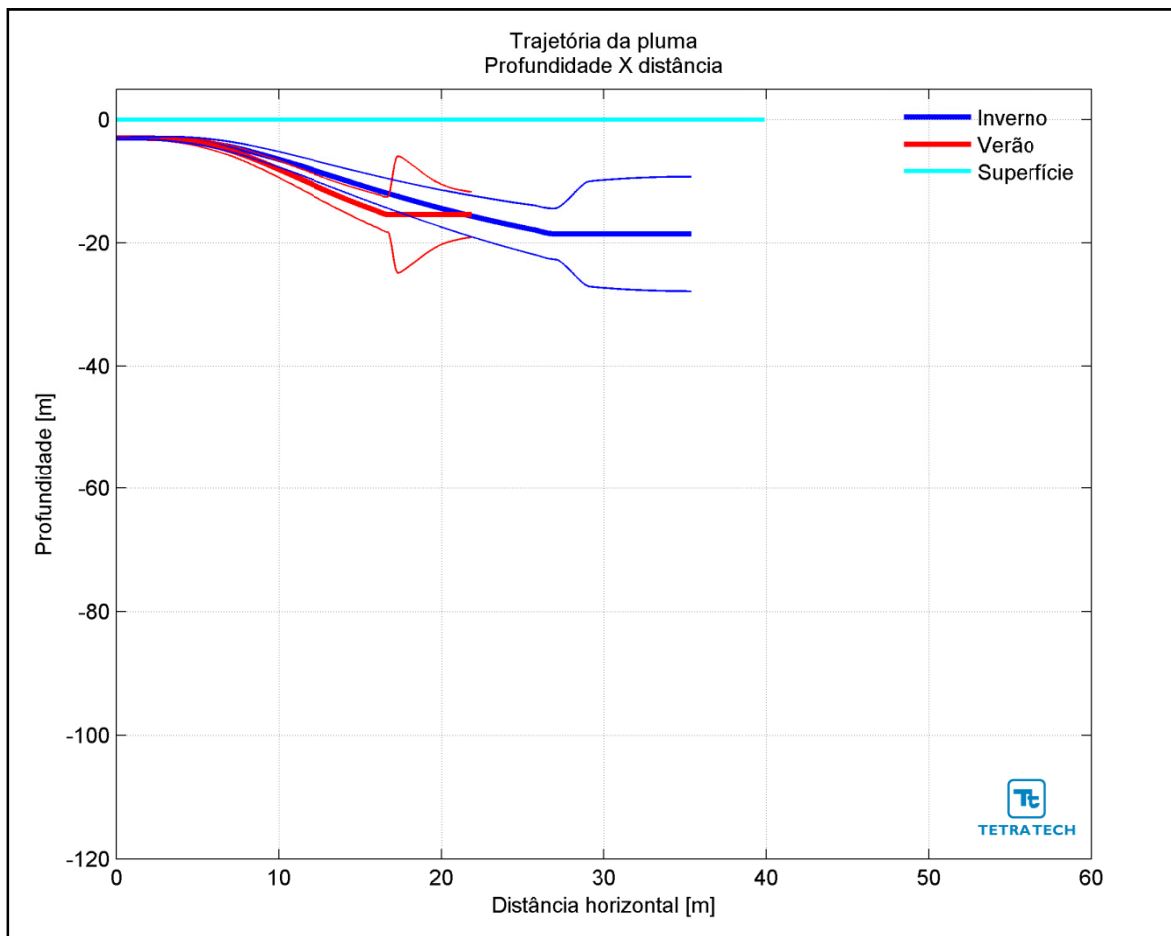


**Figura III-73** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Central, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

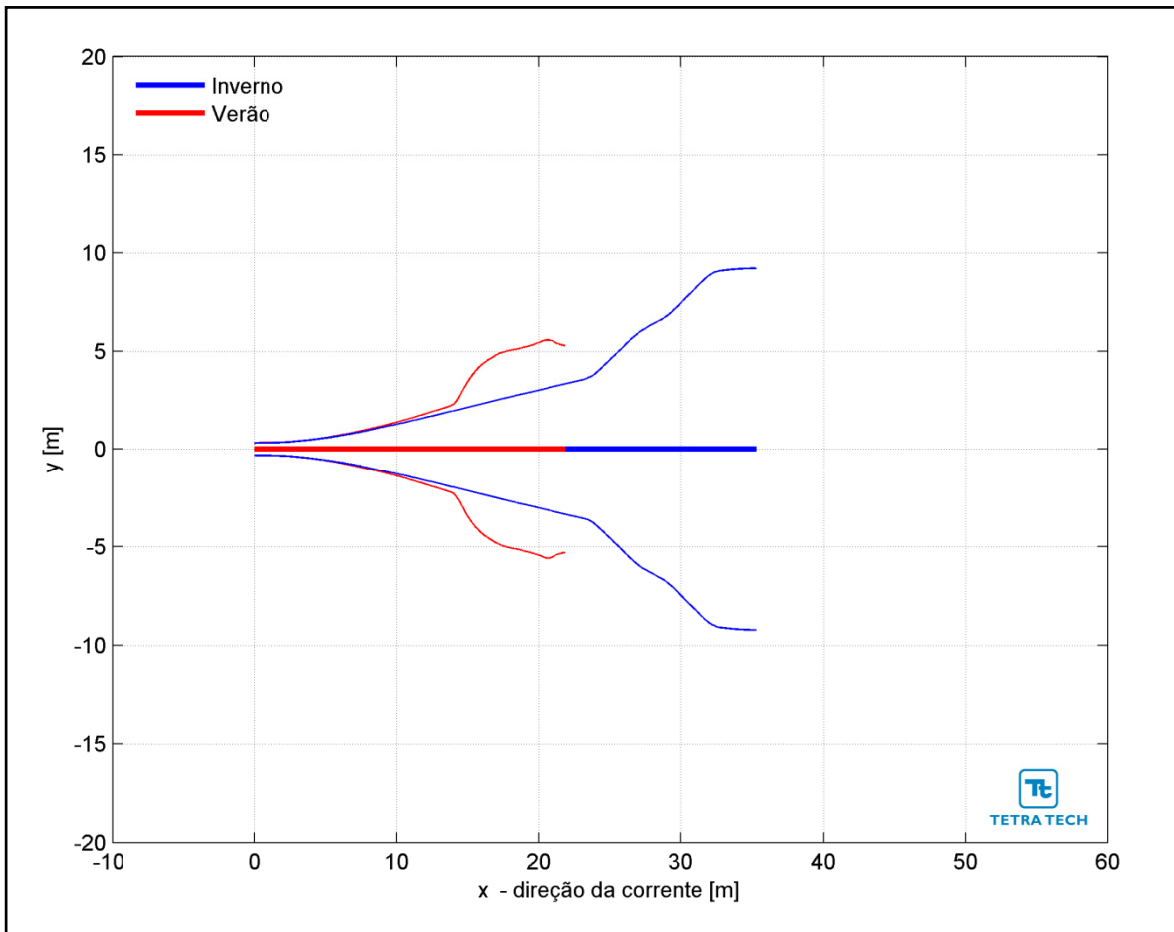


**Figura III-74 -** Curva de diluição do efluente da URS a DP de Lula Central), no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-75 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d’água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 15 e 18 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-76 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

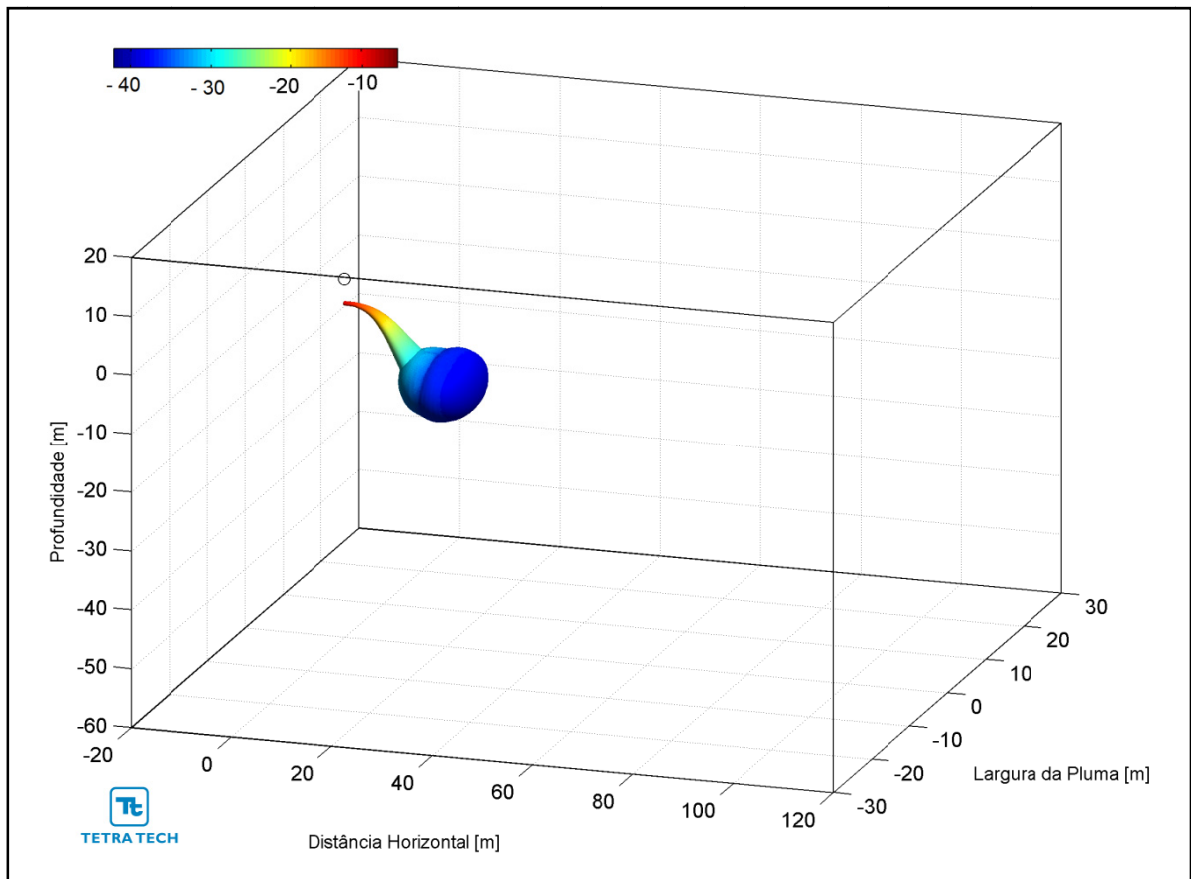


**Figura III-75 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno.**

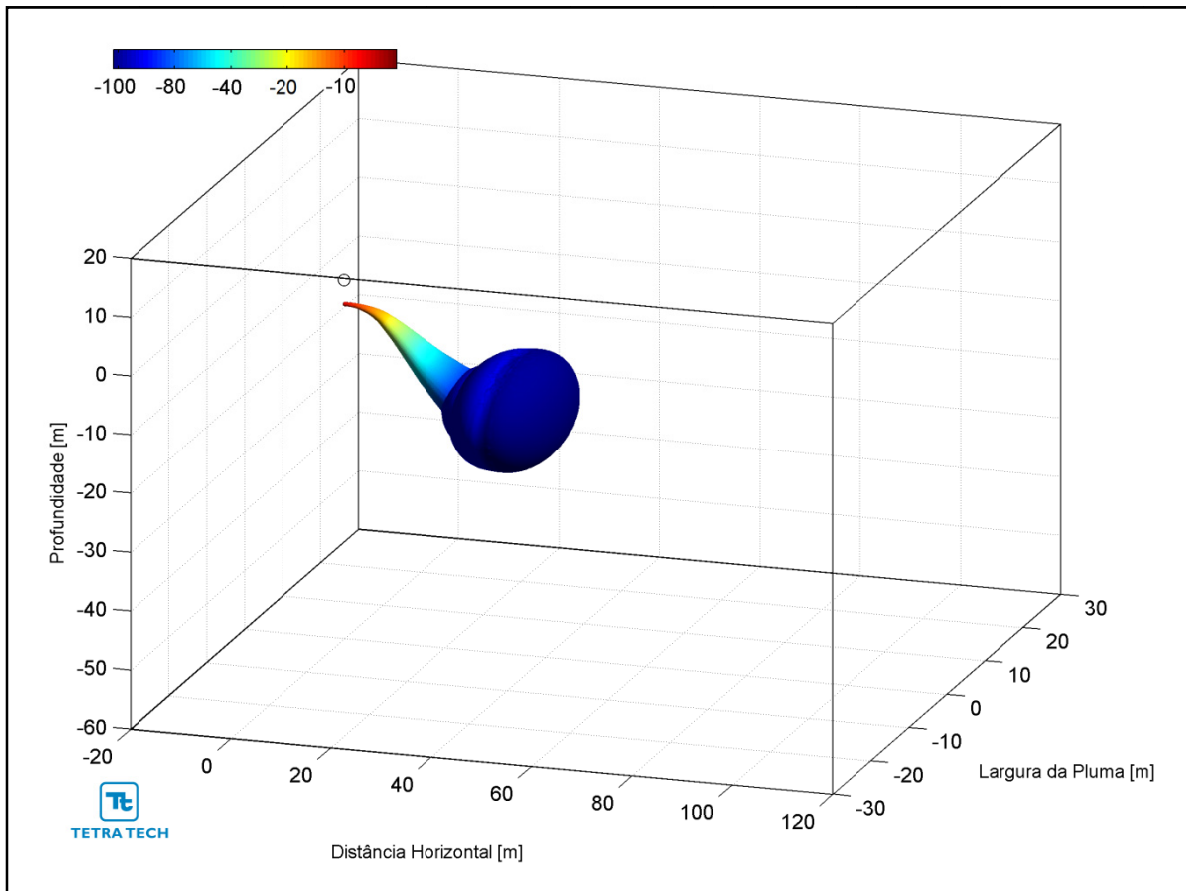


**Figura III-76 -** Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-77) e inverno (Figura III-78), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 16 metros, não atingindo a superfície.



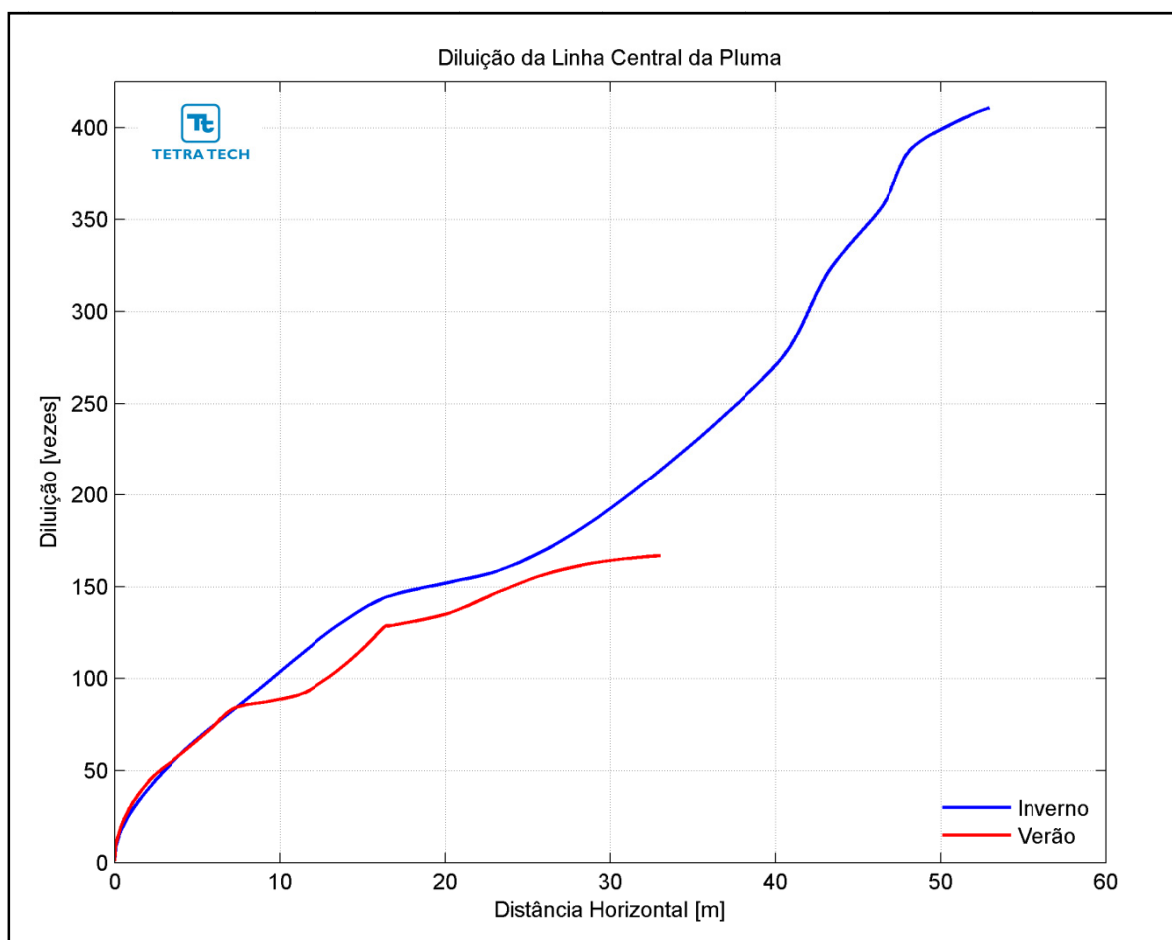
**Figura III-77** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Central, no período de verão.



**Figura III-78 - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Central, no período de inverno.**

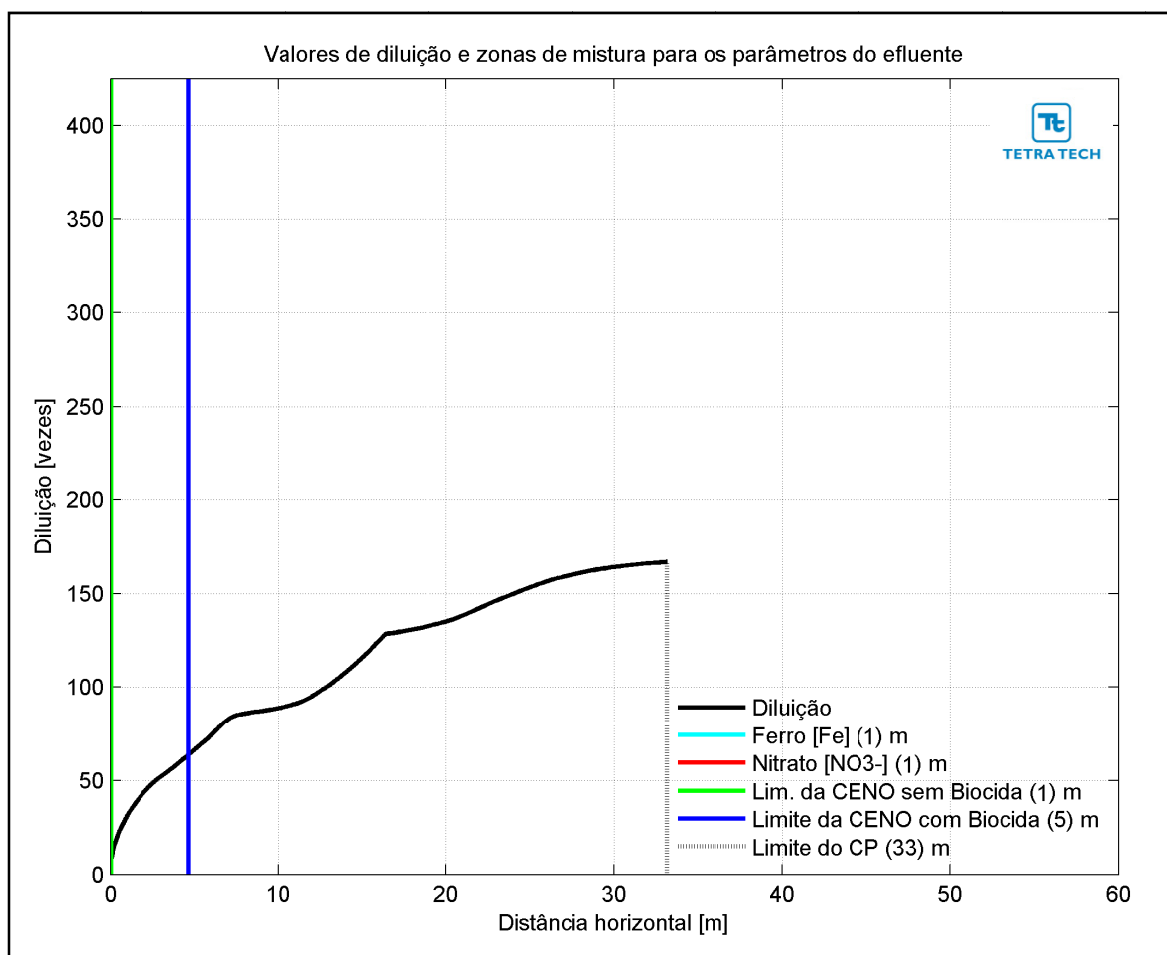


A Figura III-79 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

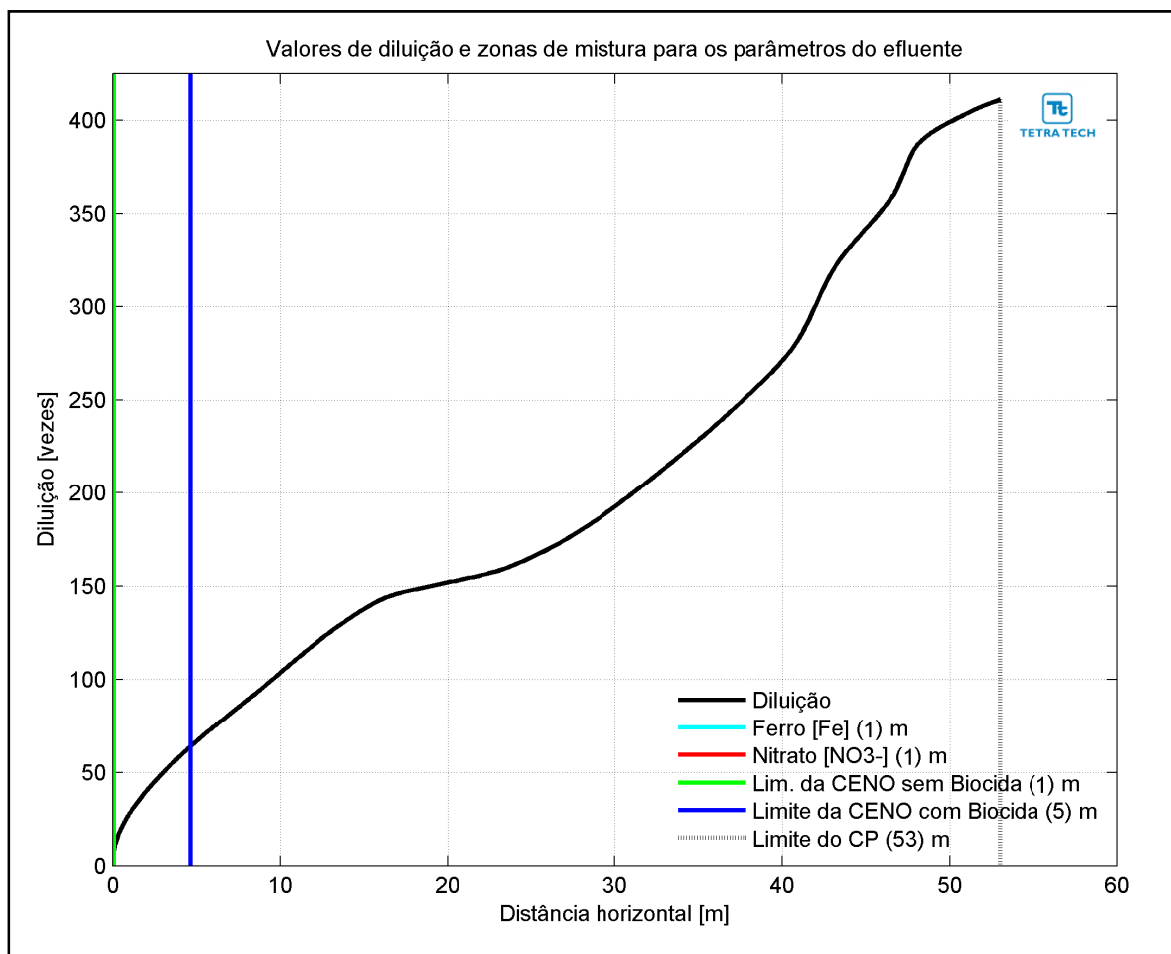


**Figura III-79** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-80 e na Figura III-81 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais os critérios ambientais adotados atingem as diluições suficientes para o enquadramento, que é atingido dentro dos limites do campo próximo, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 5 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância inferior a 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 33 m no verão para 53 m no inverno.

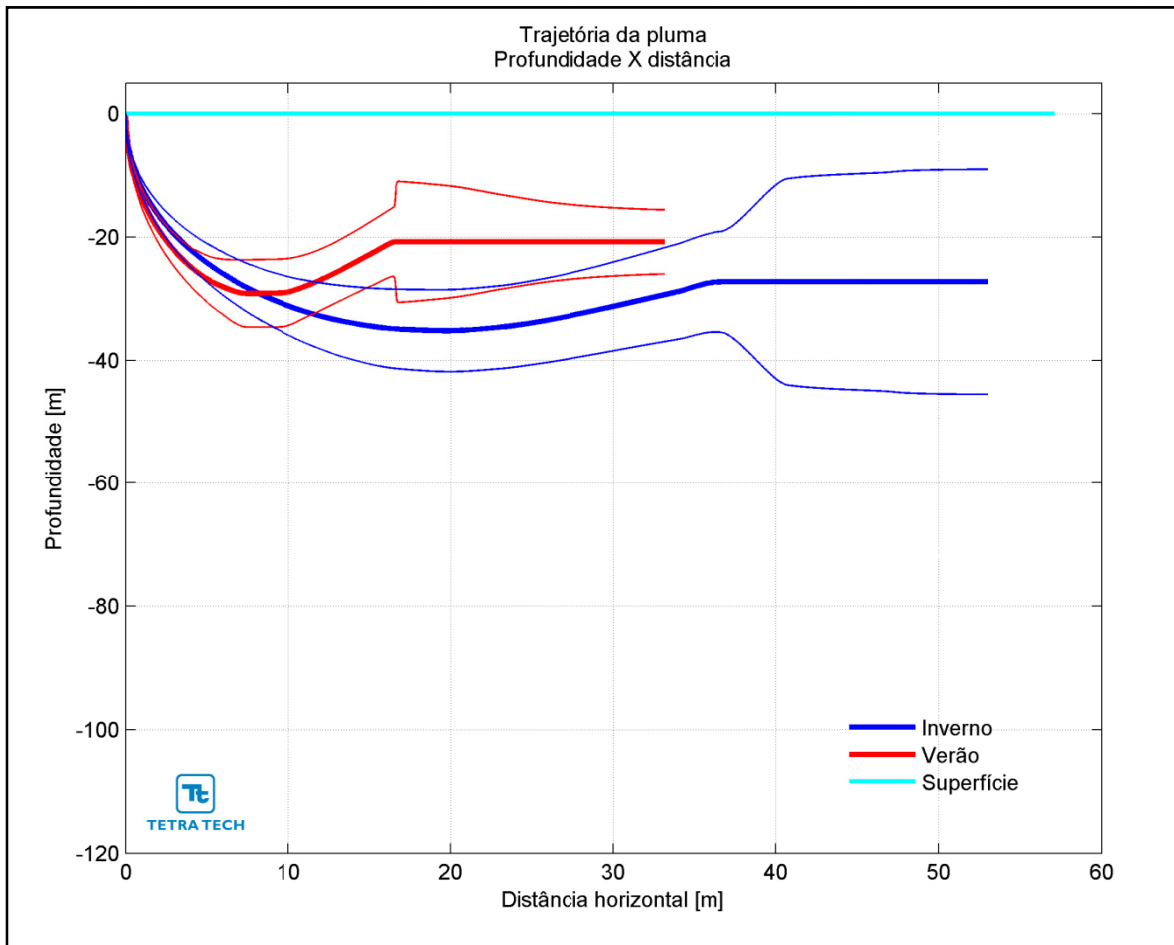


**Figura III-80** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Central, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

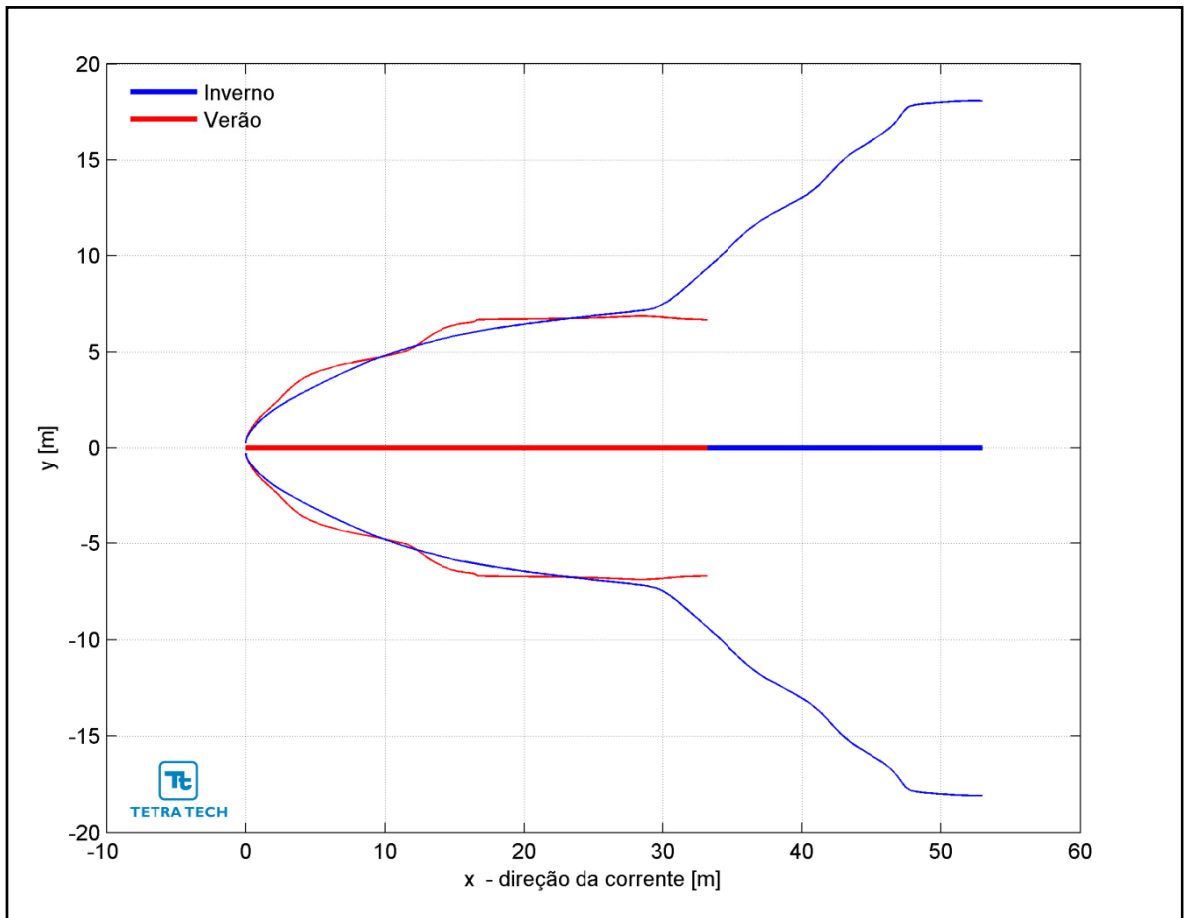


**Figura III-81** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Central, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-82 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 21 e 27 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-83 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

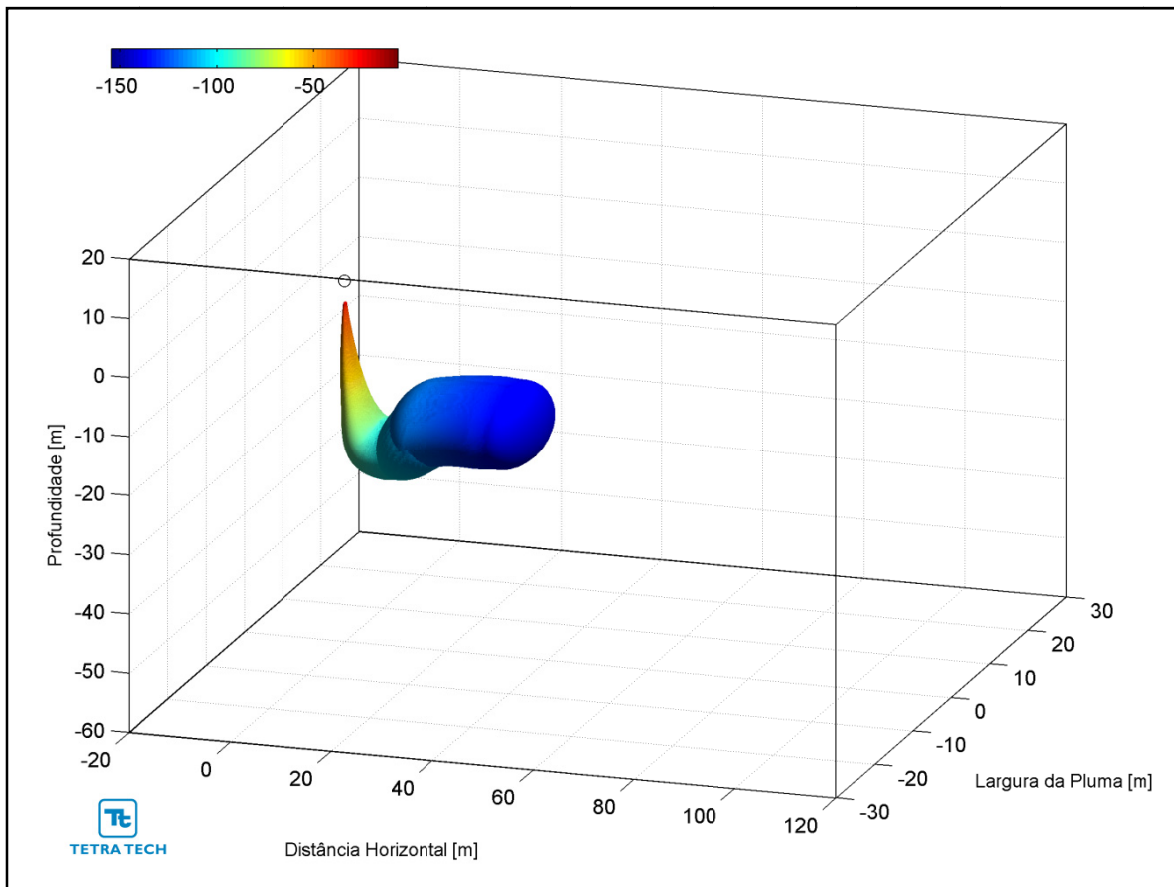


**Figura III-82 -** Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno.

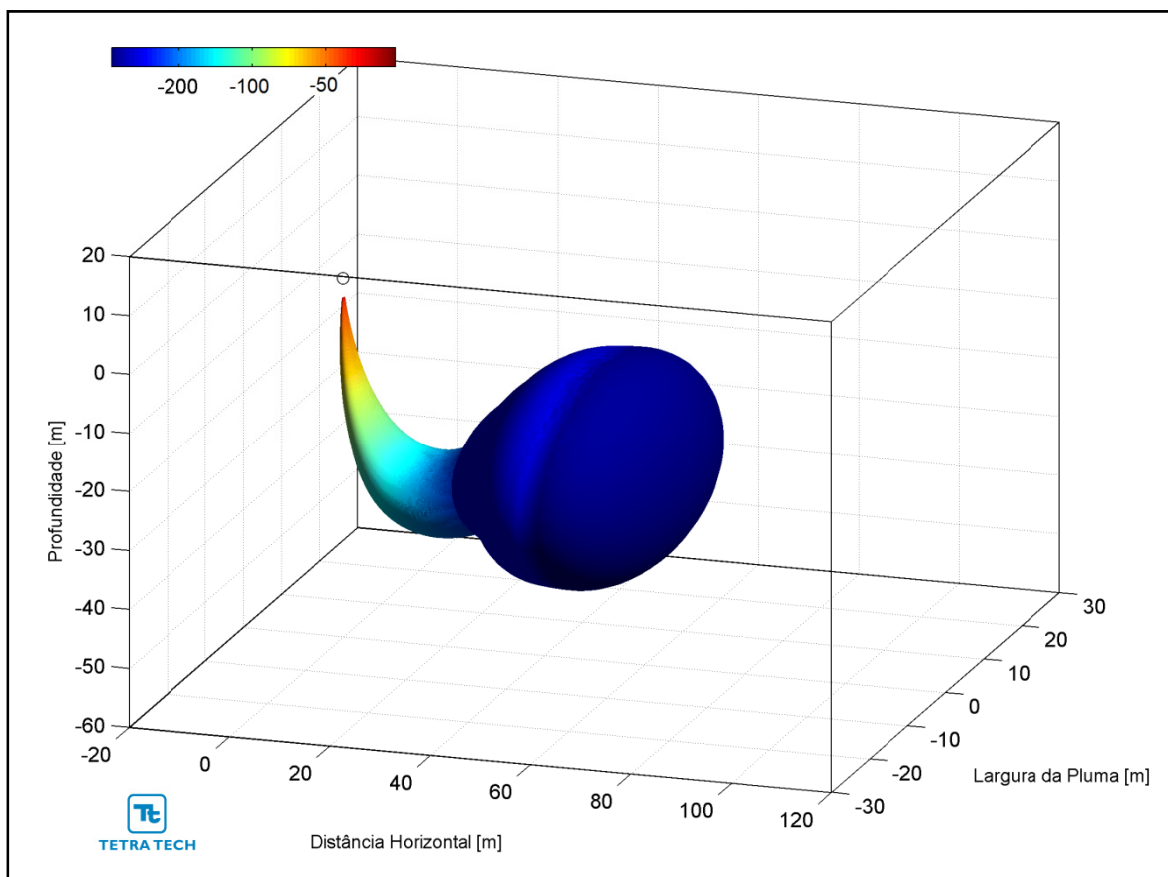


**Figura III-83** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-84) e inverno (Figura III-85), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 24 metros, não atingindo a superfície.



**Figura III-84** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Central, no período de verão.



**Figura III-85** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Central, no período de inverno.

A Tabela III-48 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA nº 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.

**Tabela III-48 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Central, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPONENTES                                  | CONCENTRAÇÃO NO PONTO DE DESCARTE (mg/L) | LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 ART. 18 (mg/L) | DILUIÇÃO MÍNIMA PARA ENQUADRAMENTO (vezes) | CONCENTRAÇÃO NO CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|--|--|---|--|--------------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
|  |  |   |  | Opção 01                             |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|  |  |   |  | Verão                                | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0                                      | 1,0   | –  | 0,011                                | 0,004   | 0,027    | 0,009   | 0,006    | 0,002   |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0                                    | –   | –  | 4,58                                 | 1,76    | 11,15    | 3,80    | 2,43     | 0,99    |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0                                  | –   | –  | 15,22                                | 5,85    | 37,09    | 12,64   | 8,09     | 3,29    |
| Cloro (Cl)                                   | 29.185,0                                 | –   | –  | 329,03                               | 126,45  | 801,79   | 273,27  | 174,87   | 71,03   |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0                                     | –   | –  | 0,32                                 | 0,12    | 0,77     | 0,26    | 0,17     | 0,07    |
| Ferro total                                  | 1,0                                      | 0,3   | 3,3  | 0,011                                | 0,004   | 0,027    | 0,009   | 0,006    | 0,002   |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0                                  | –   | –  | 61,78                                | 23,74   | 150,55   | 51,31   | 32,83    | 13,34   |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0                                      | 0,4   | 2,5  | 0,011                                | 0,004   | 0,027    | 0,009   | 0,006    | 0,002   |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0                                    | –   | –  | 5,86                                 | 2,25    | 14,29    | 4,587   | 3,12     | 1,27    |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0                                 | –   | –  | 157,49                               | 60,52   | 383,76   | 130,80  | 83,70    | 34,00   |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0                                 | –   | –  | 148,65                               | 57,13   | 362,23   | 123,46  | 79,00    | 32,09   |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Central, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias de até 6 m do ponto de lançamento.



De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo no período de verão através da Opção 02 para a CENO com biocida. Esta diluição só é alcançada no domínio do campo afastado, cujas características e resultados são apresentados no Item III.2, a seguir

Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 27 m do ponto de lançamento.

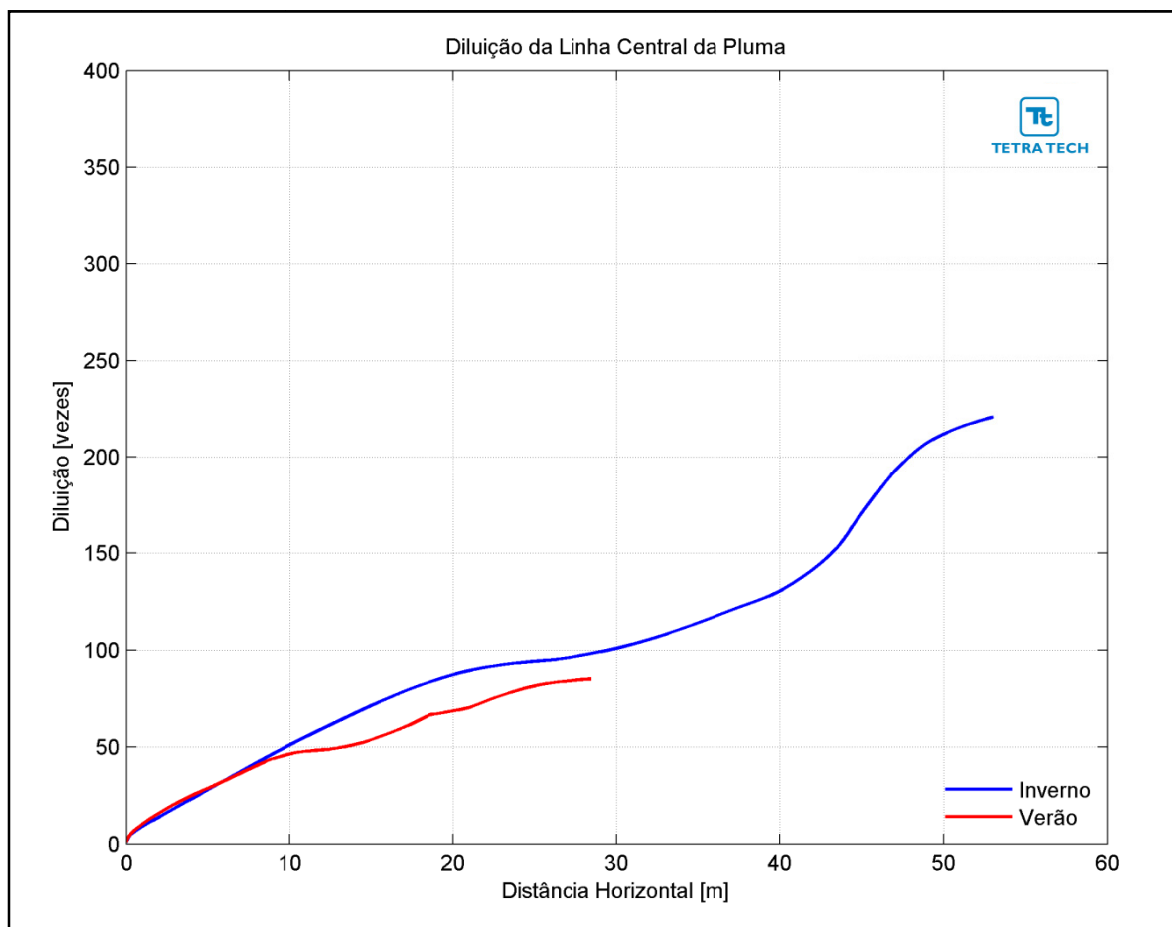
### III.1.5.5 Desenvolvimento da Produção de Lula Alto

A Tabela III-49 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Alto. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-49 - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Alto.**

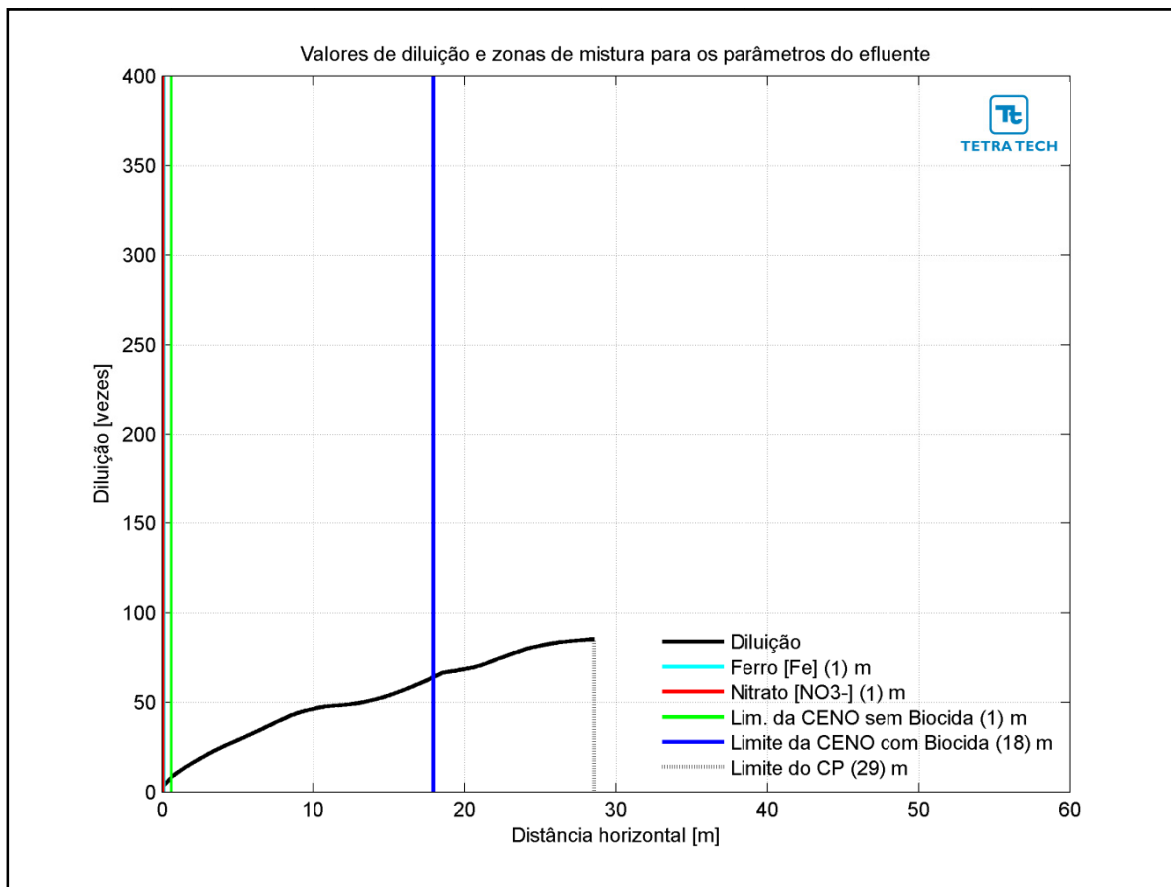
| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 85,20    | 220,90  | 34,80    | 100,30  | 162,30   | 387,60  |
| Espessura final da pluma (m)       | 4,78     | 14,01   | 3,62     | 9,44    | 4,94     | 18,56   |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 28,55    | 53,11   | 21,57    | 33,71   | 33,60    | 49,83   |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 19,41    | 23,69   | 15,52    | 19,00   | 20,71    | 27,62   |

A Figura III-86 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

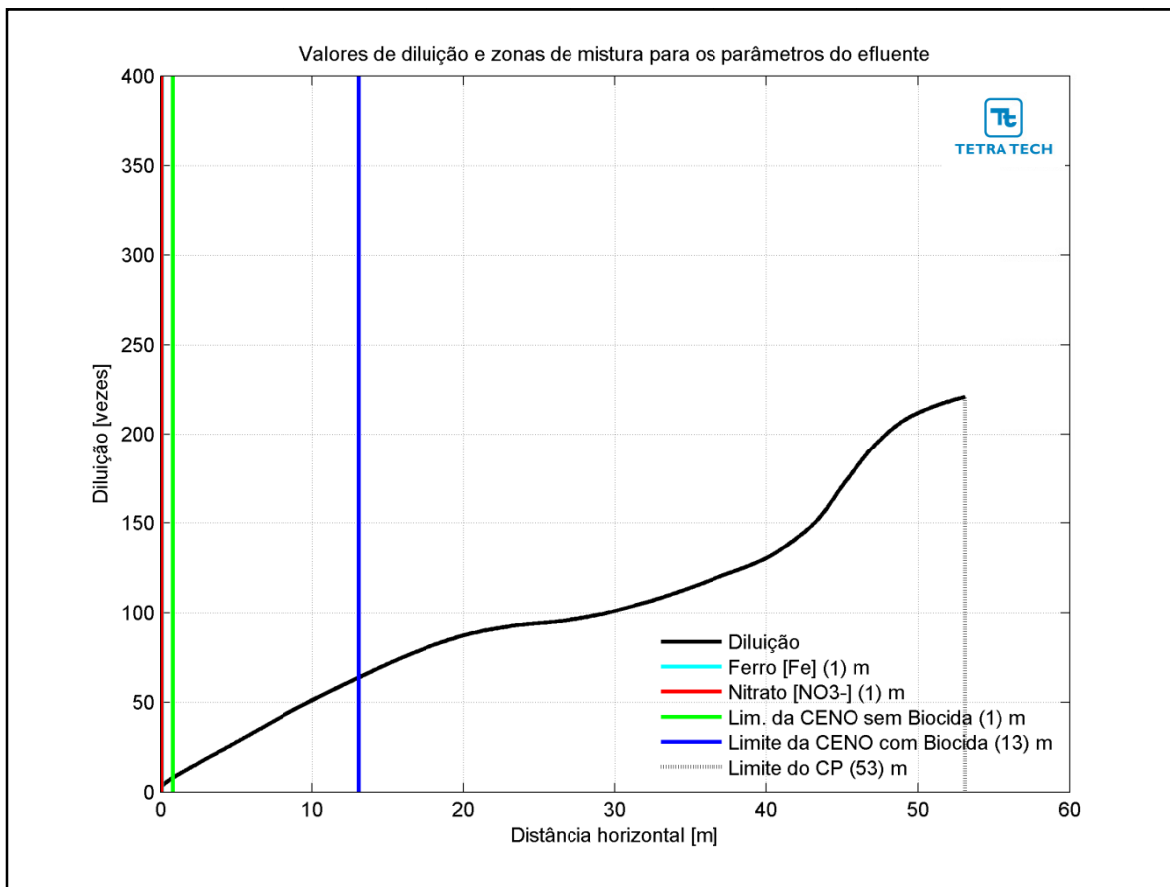


**Figura III-86** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-87 e na Figura III-88 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 18 m no verão e 13 m no inverno. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo é de, aproximadamente, 29 m no verão e 53 m no inverno.

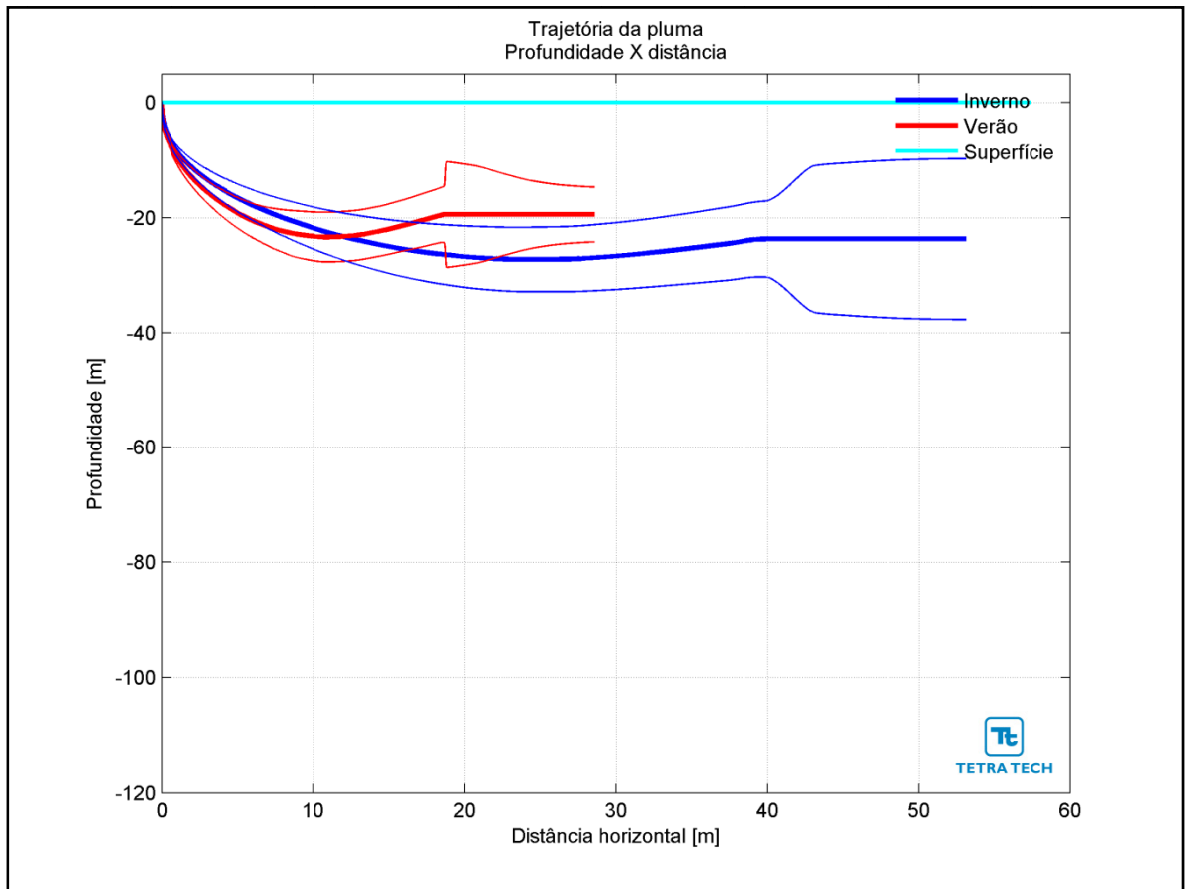


**Figura III-87** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Alto, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

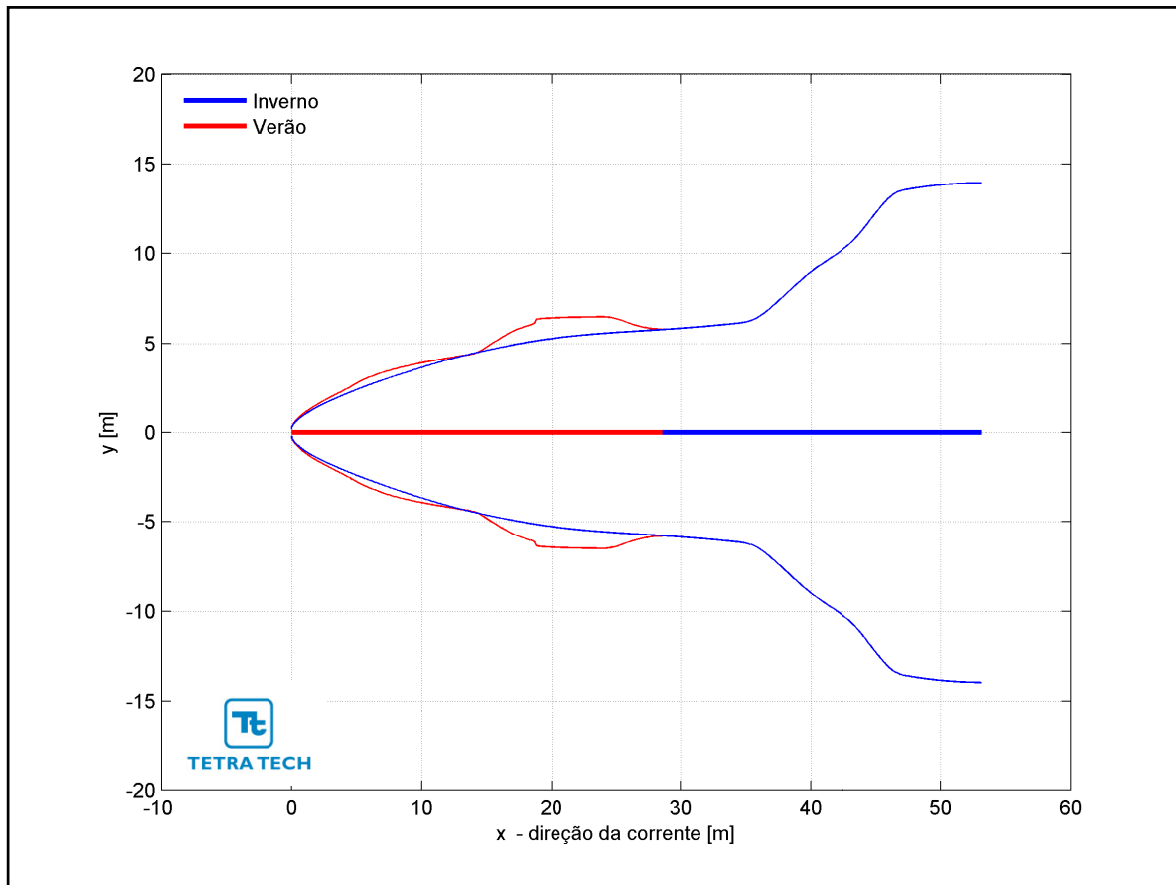


**Figura III-88** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Alto, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-89 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 19 e 24 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-90 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

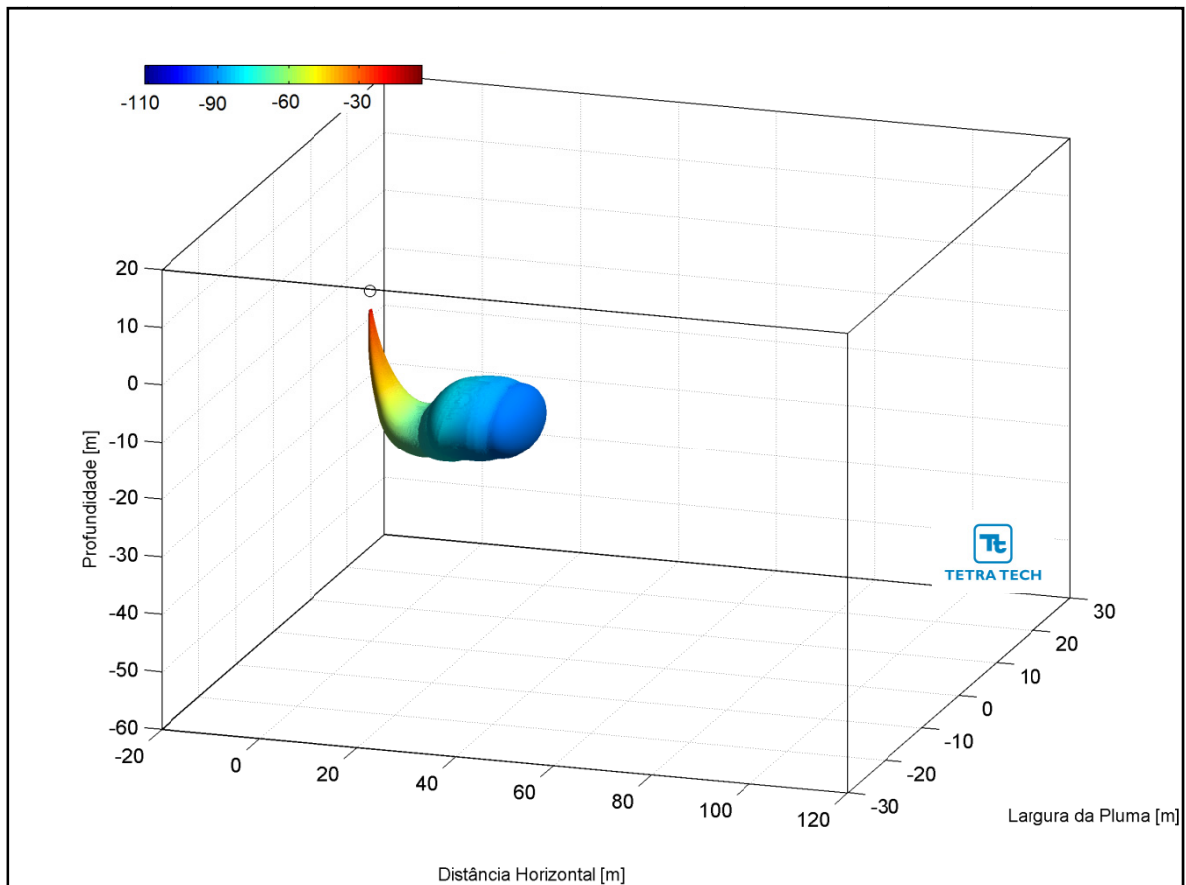


**Figura III-89 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno.**

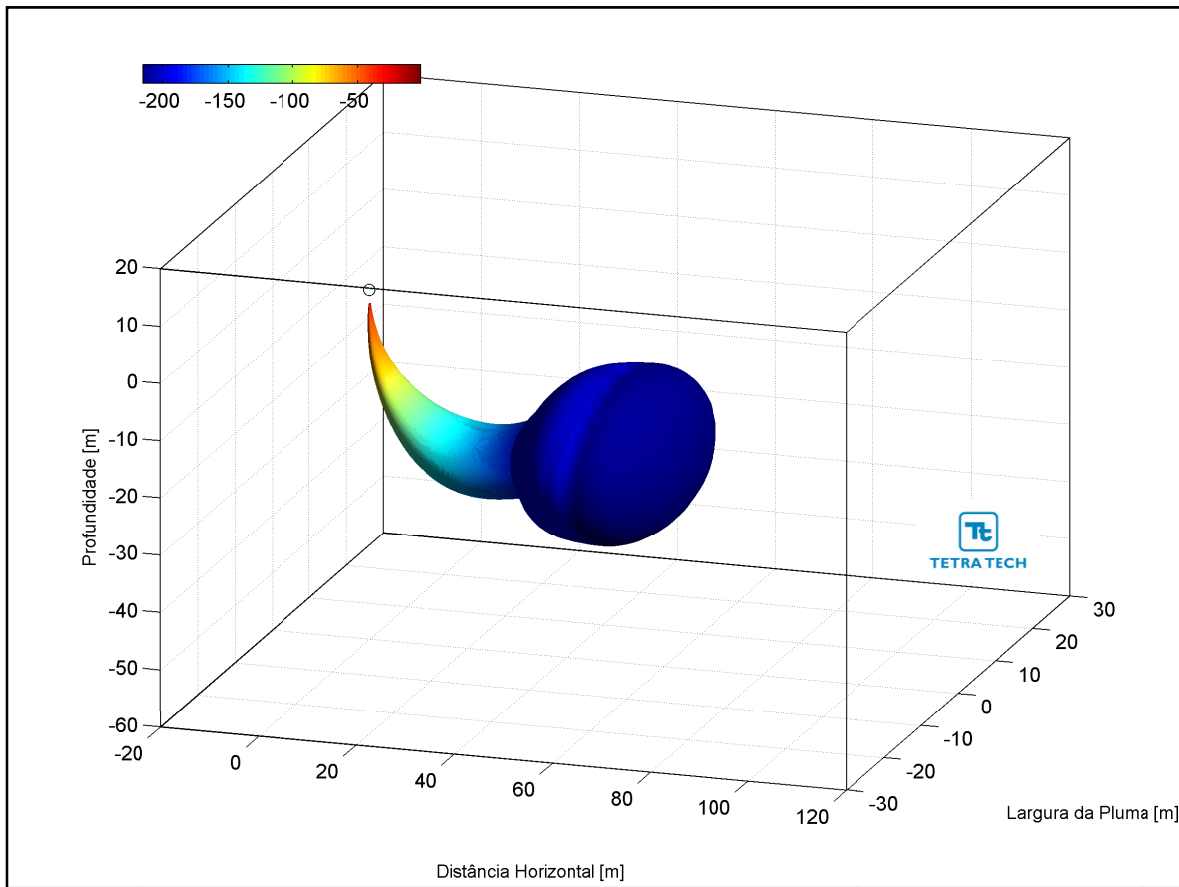


**Figura III-90** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-91) e inverno (Figura III-92), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 20 metros, não atingindo a superfície.



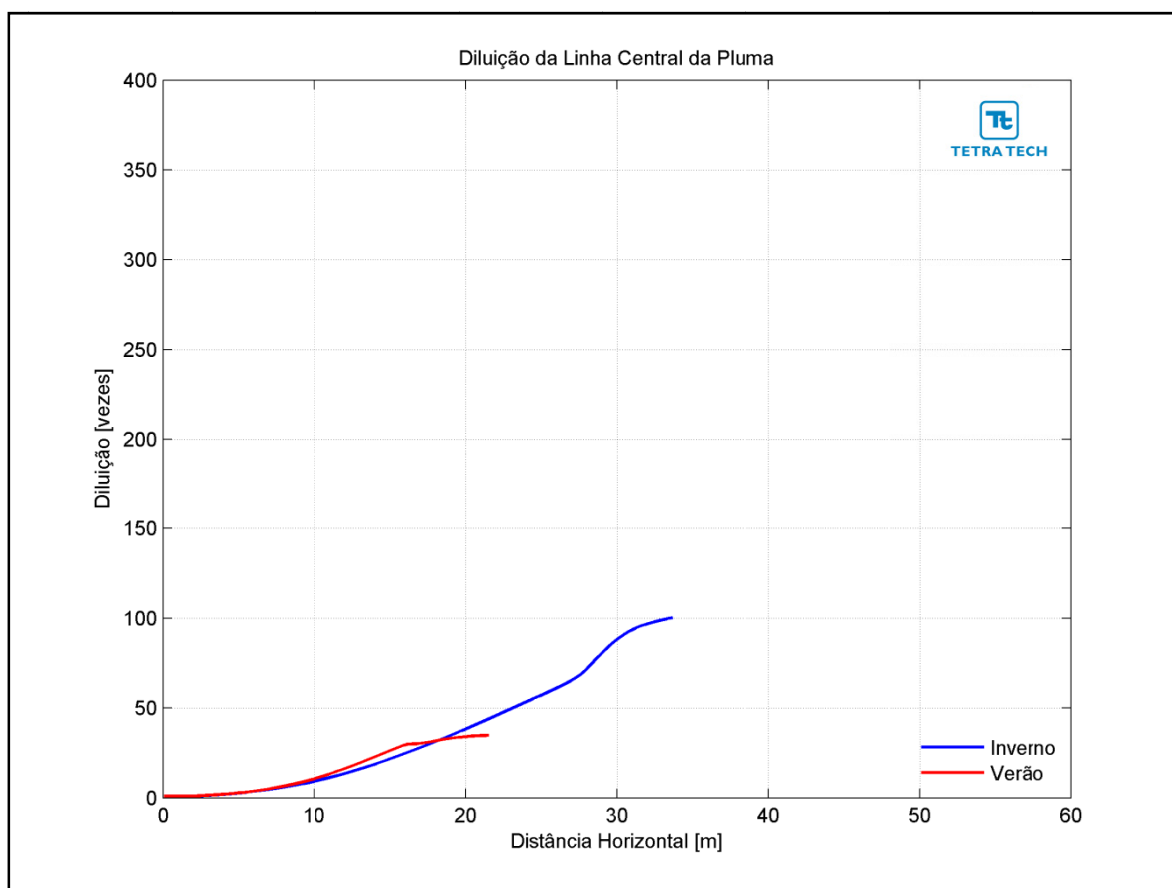
**Figura III-91** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Alto, no período de verão.



**Figura III-92 - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Alto, no período de inverno.**

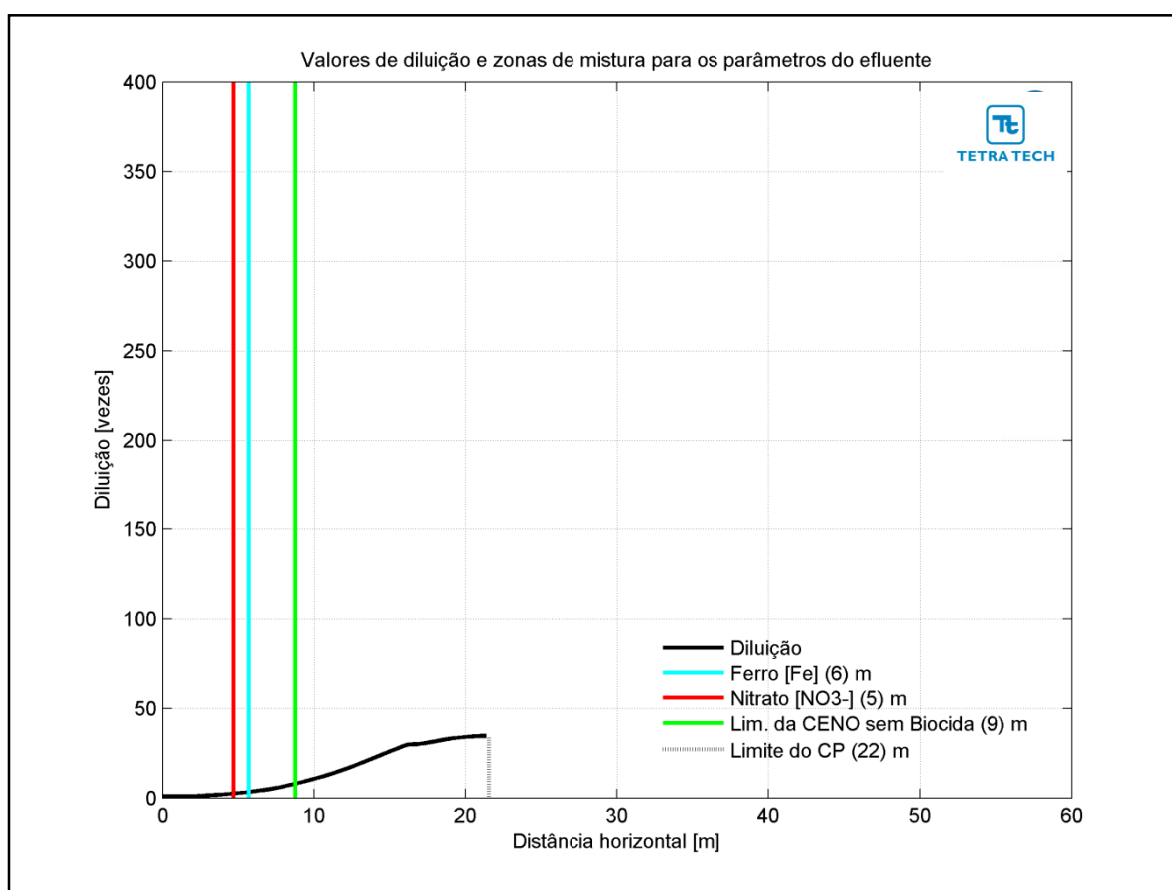


A Figura III-93 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

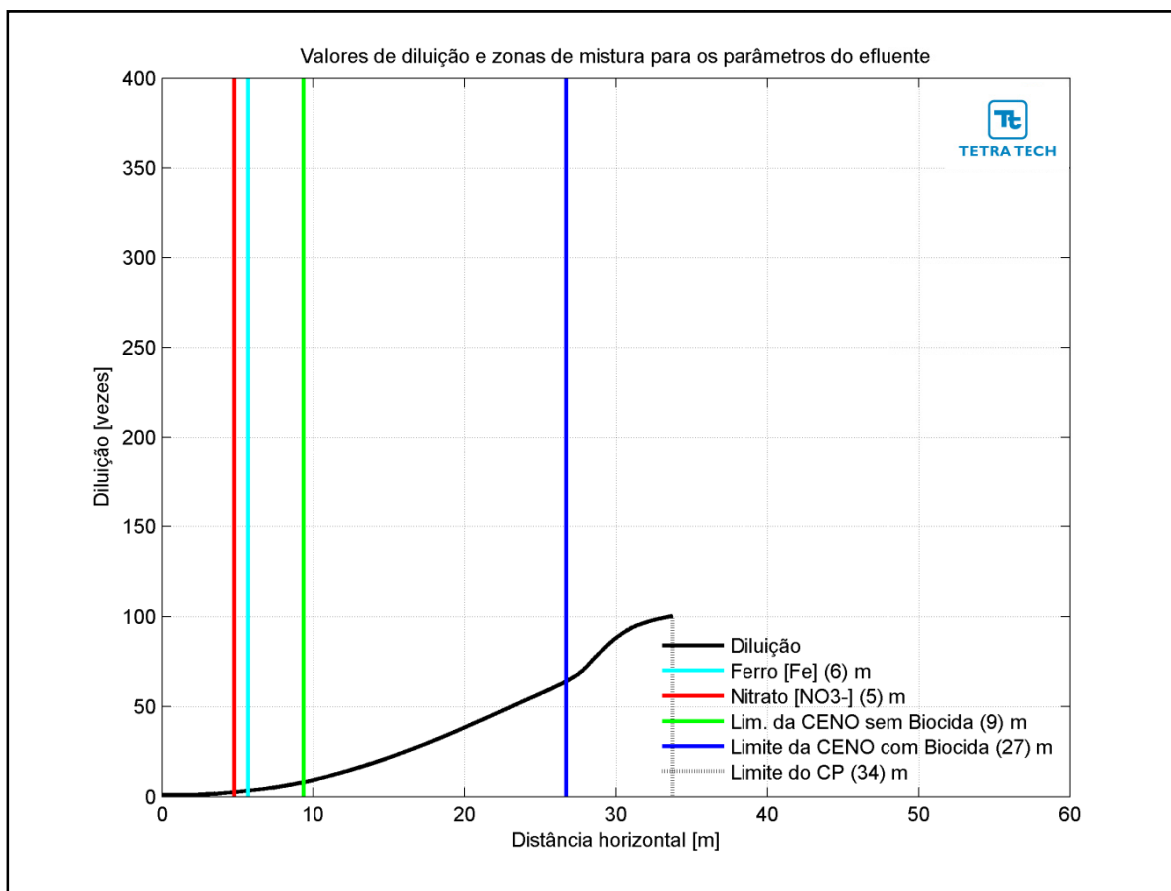


**Figura III-93** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-94 e na Figura III-95 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul e só há o enquadramento na legislação no período de inverno, a cerca de 27 m do ponto de lançamento. A posição da CENO sem biocida é indicada pela linha verde, e seu enquadramento ocorre a uma distância de 9 m. Para os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) as posições de enquadramento são todas inferiores a 6 m. A extensão do campo próximo é de, aproximadamente, 22 m no verão para 34 m no inverno.

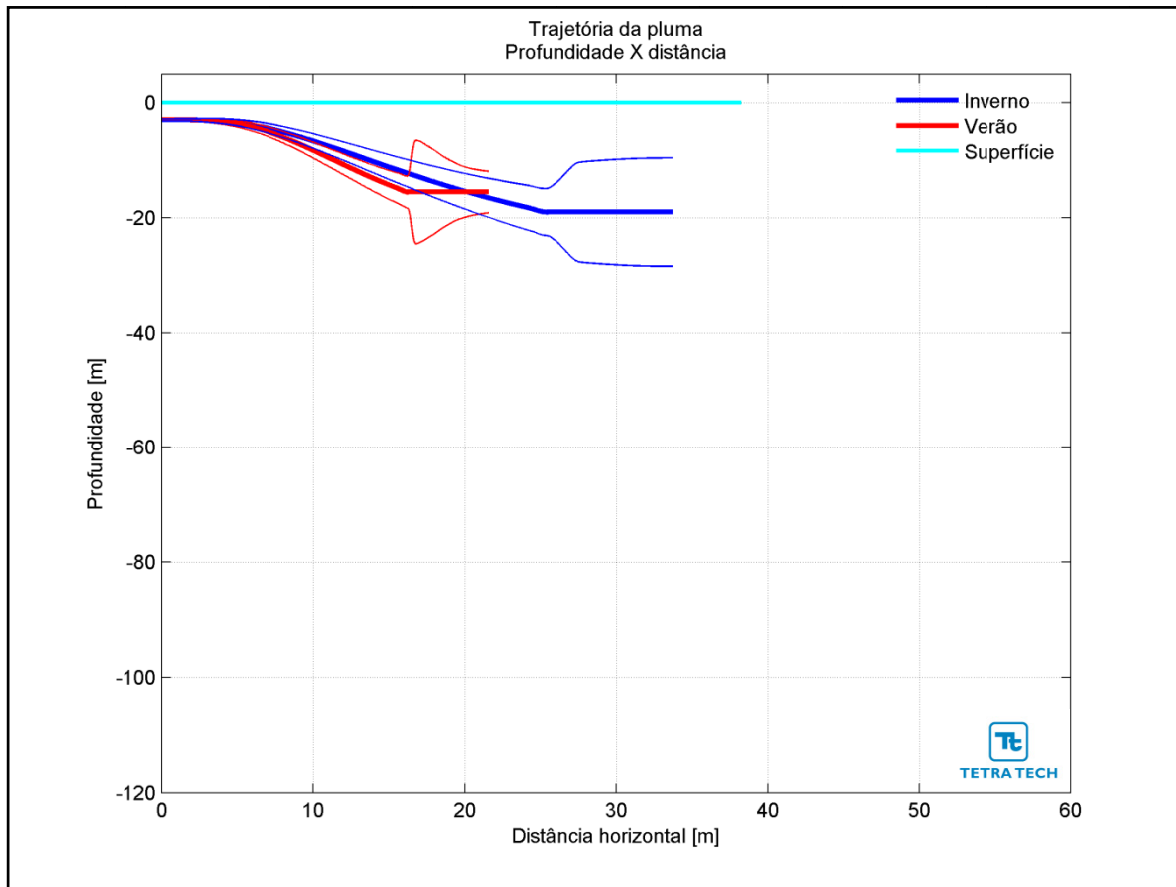


**Figura III-94** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Alto, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

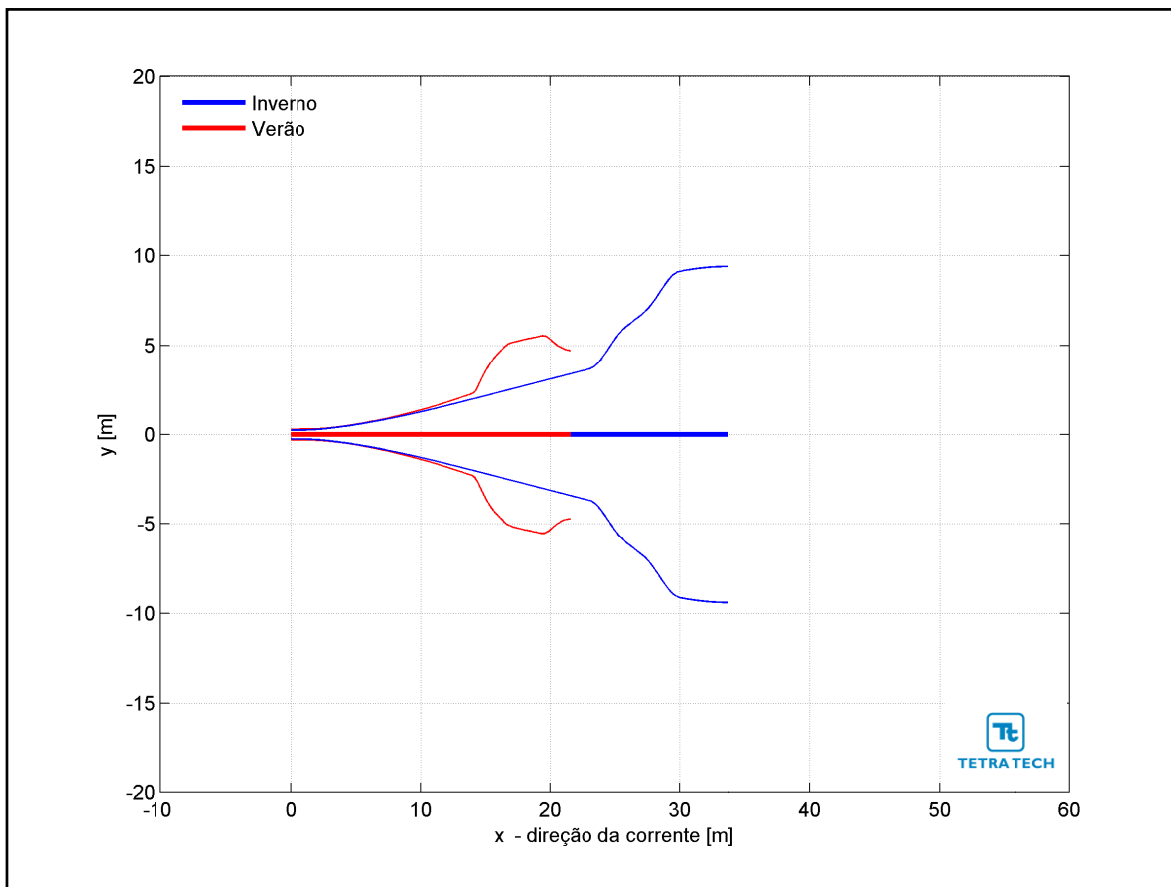


**Figura III-95** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Alto, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-96 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 15 e 19 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-97 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

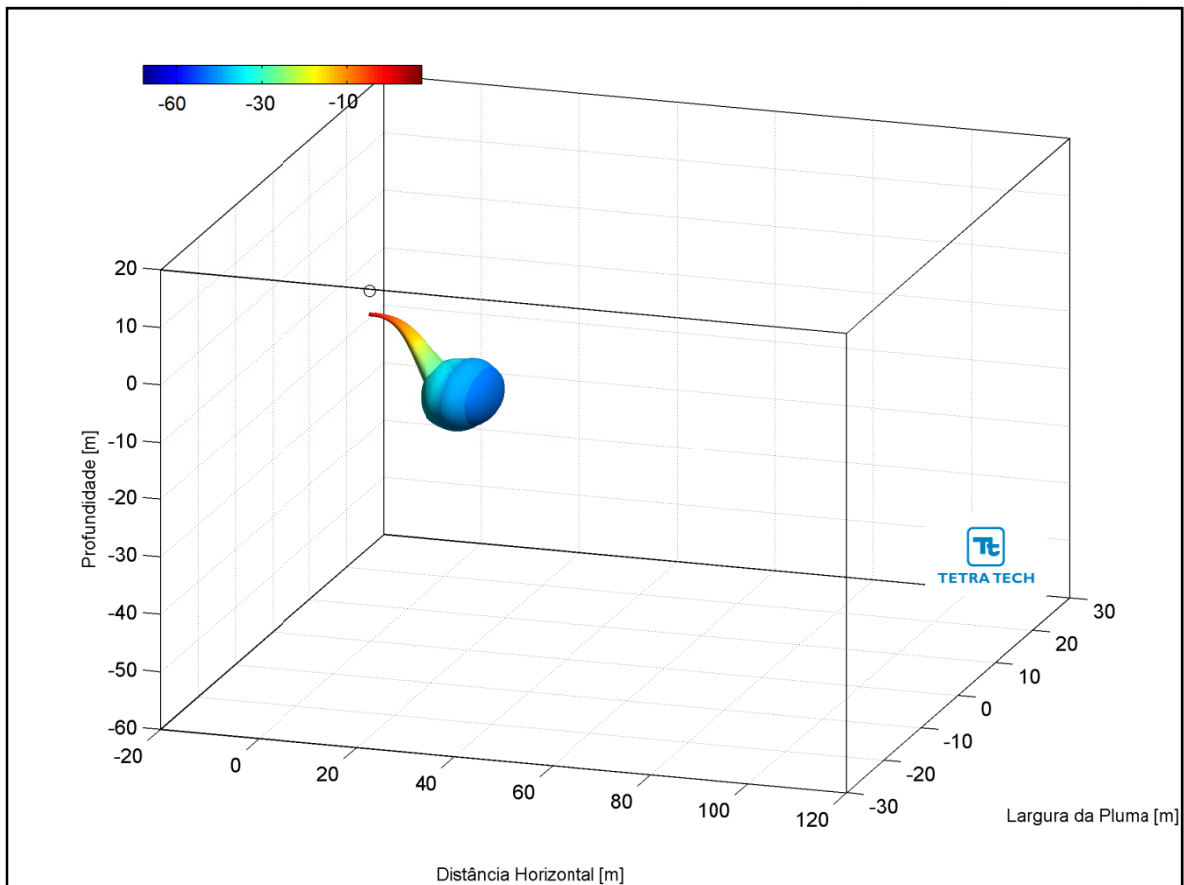


**Figura III-96** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno.

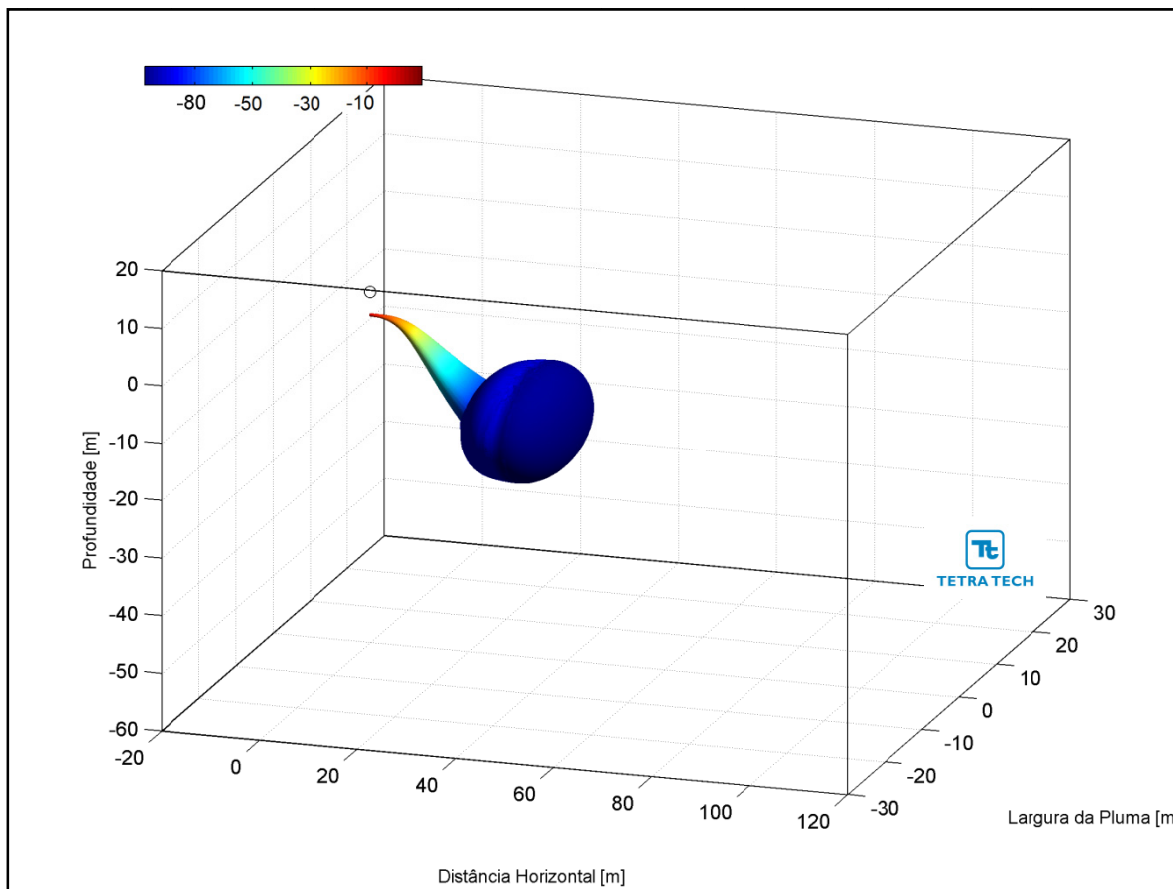


**Figura III-97 - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno.**

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-98) e inverno (Figura III-99), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 17 metros, não atingindo a superfície.

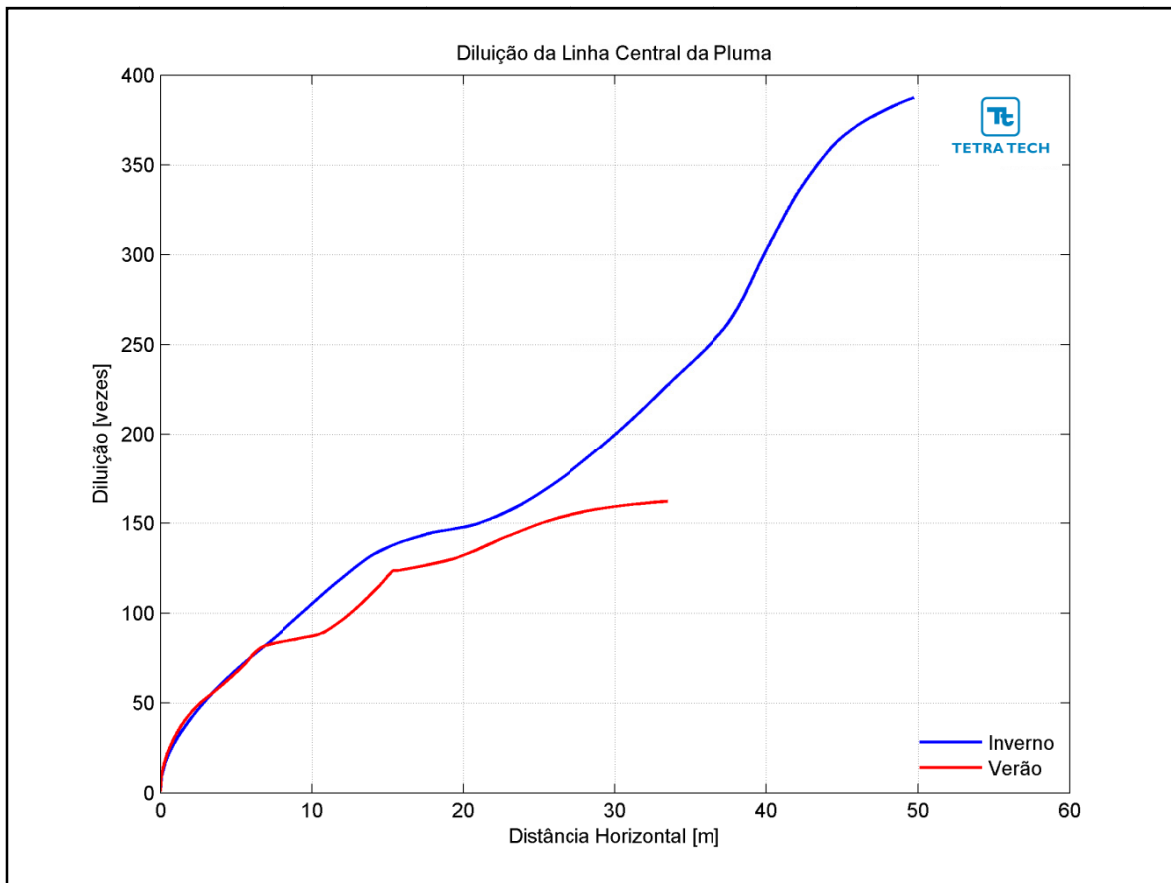


**Figura III-98** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Alto, no período de verão.



**Figura III-99** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Alto, no período de inverno.

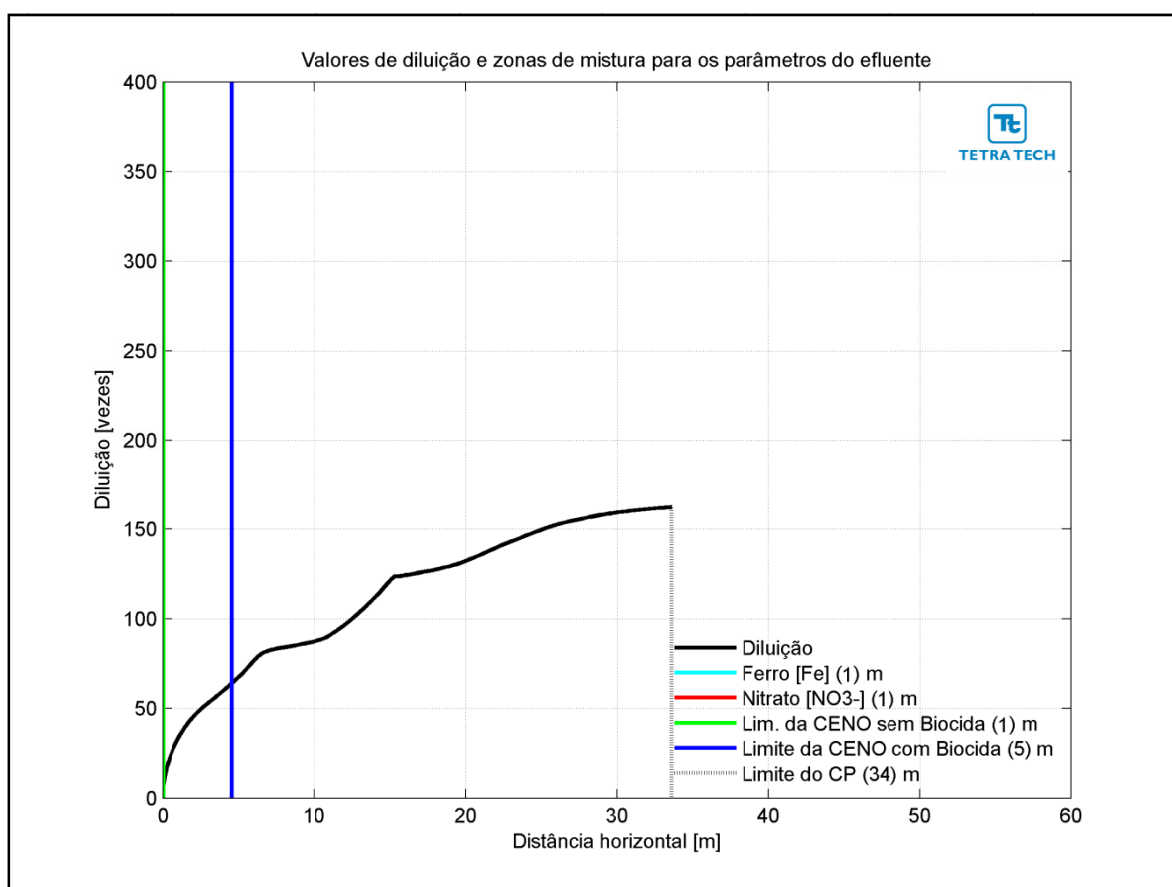
A Figura III-100 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.



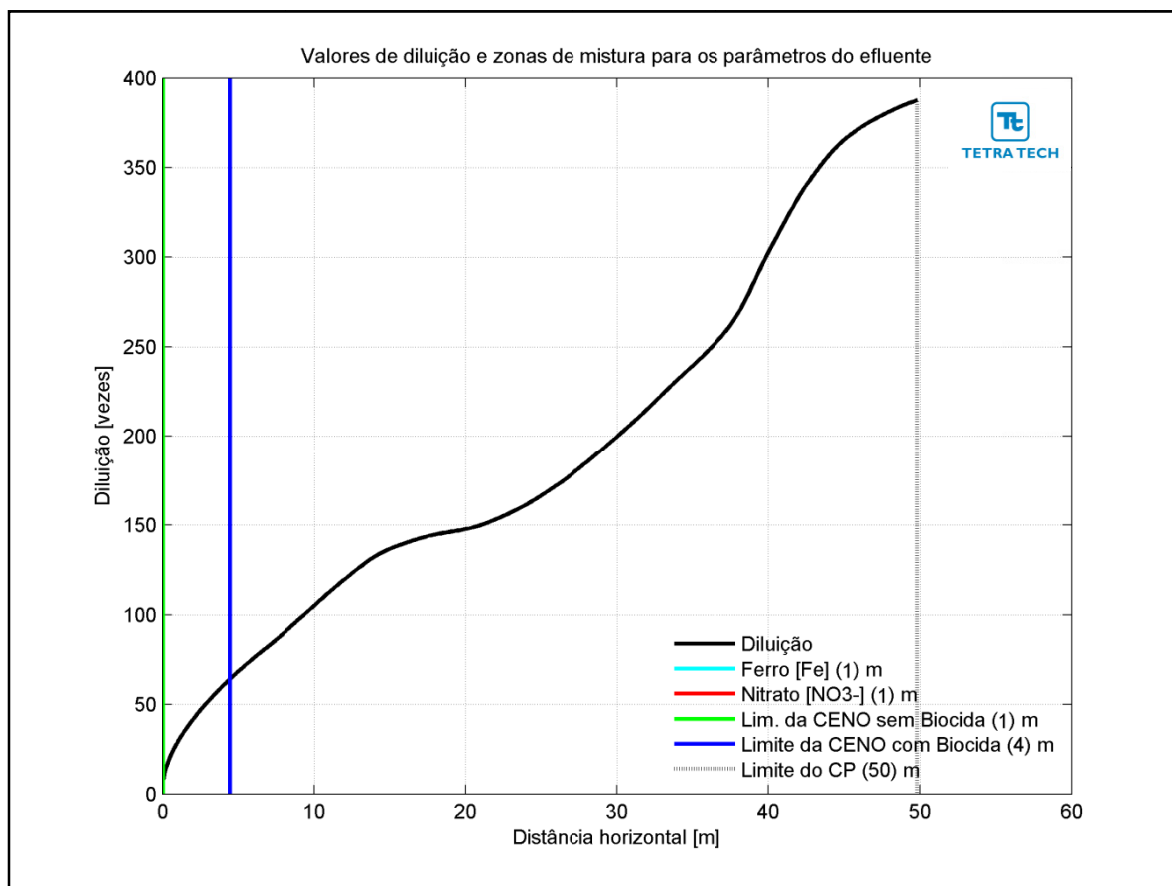
**Figura III-100** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno.



Na Figura III-101 e na Figura III-102 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 5 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo é de, aproximadamente, 34 m no verão para 50 m no inverno.

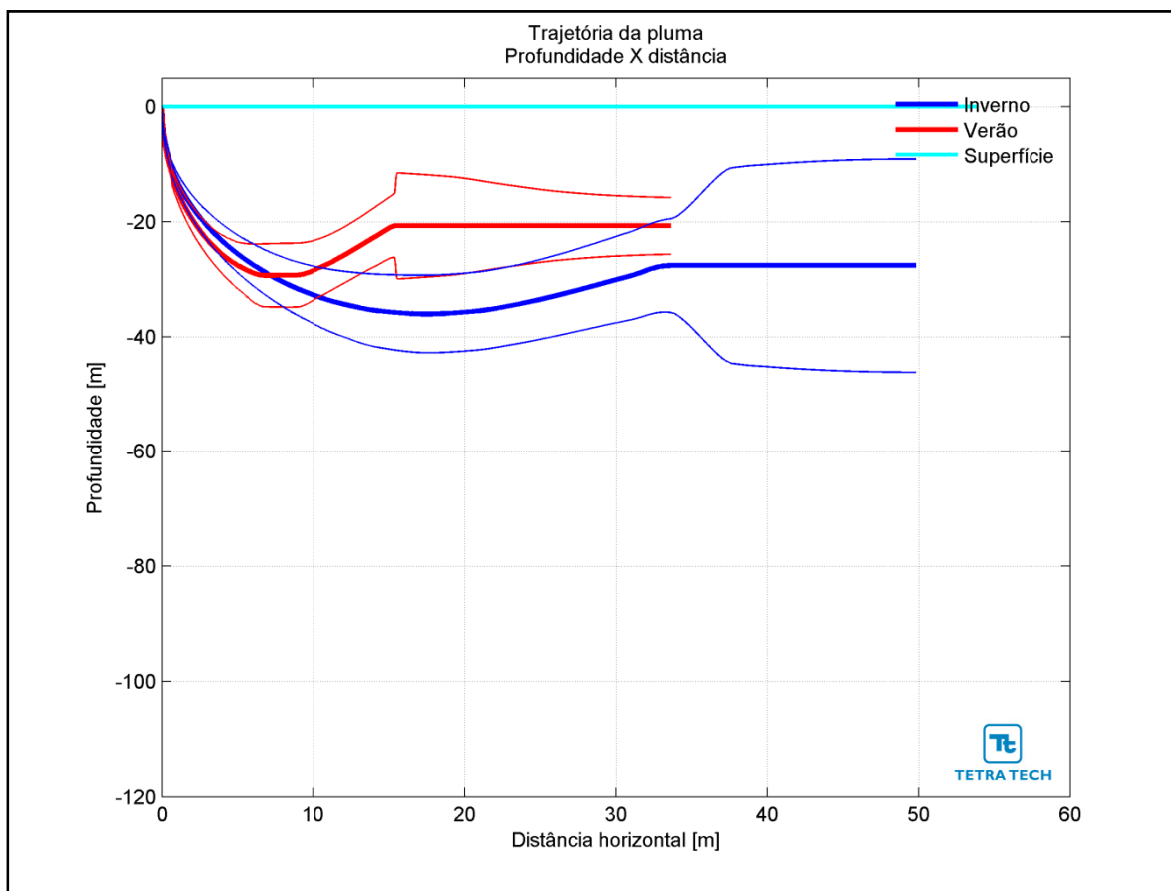


**Figura III-101** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Alto, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

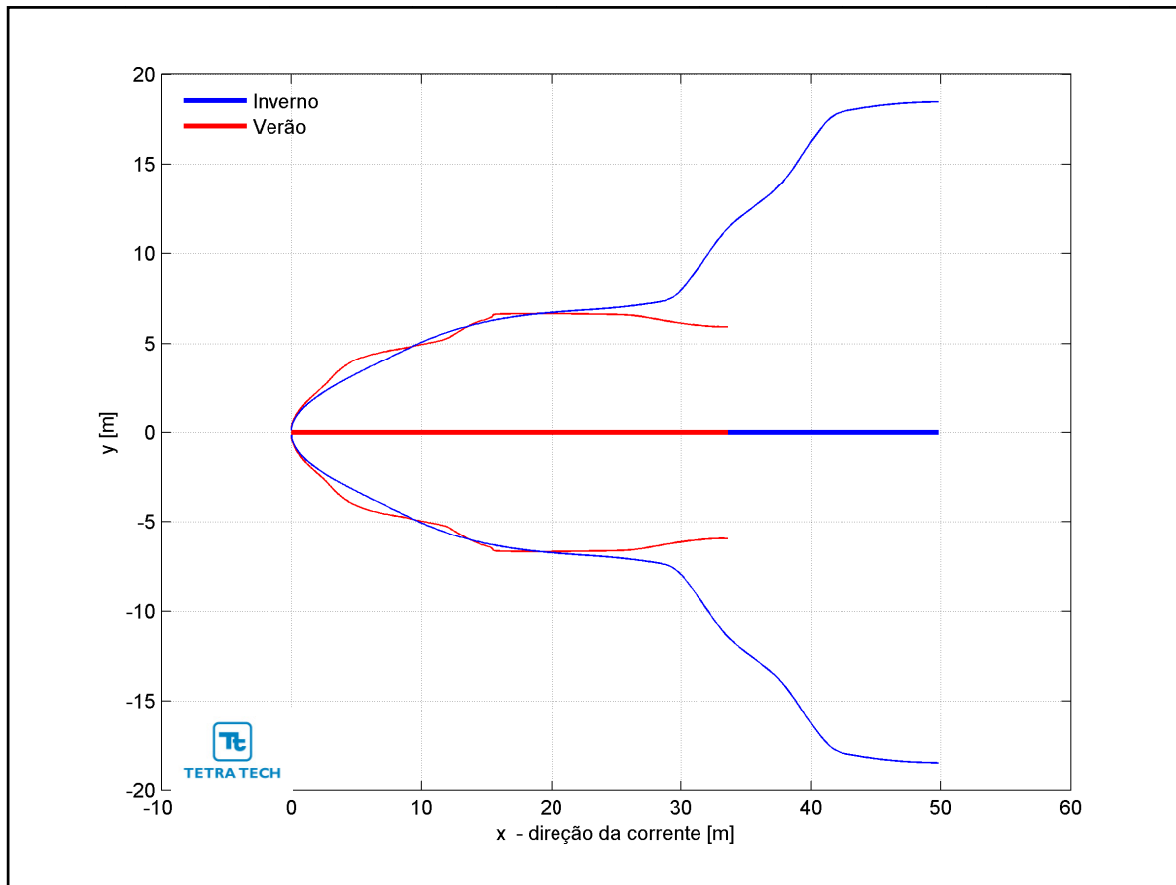


**Figura III-102 -** Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Alto, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-103 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 21 e 28 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-104 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

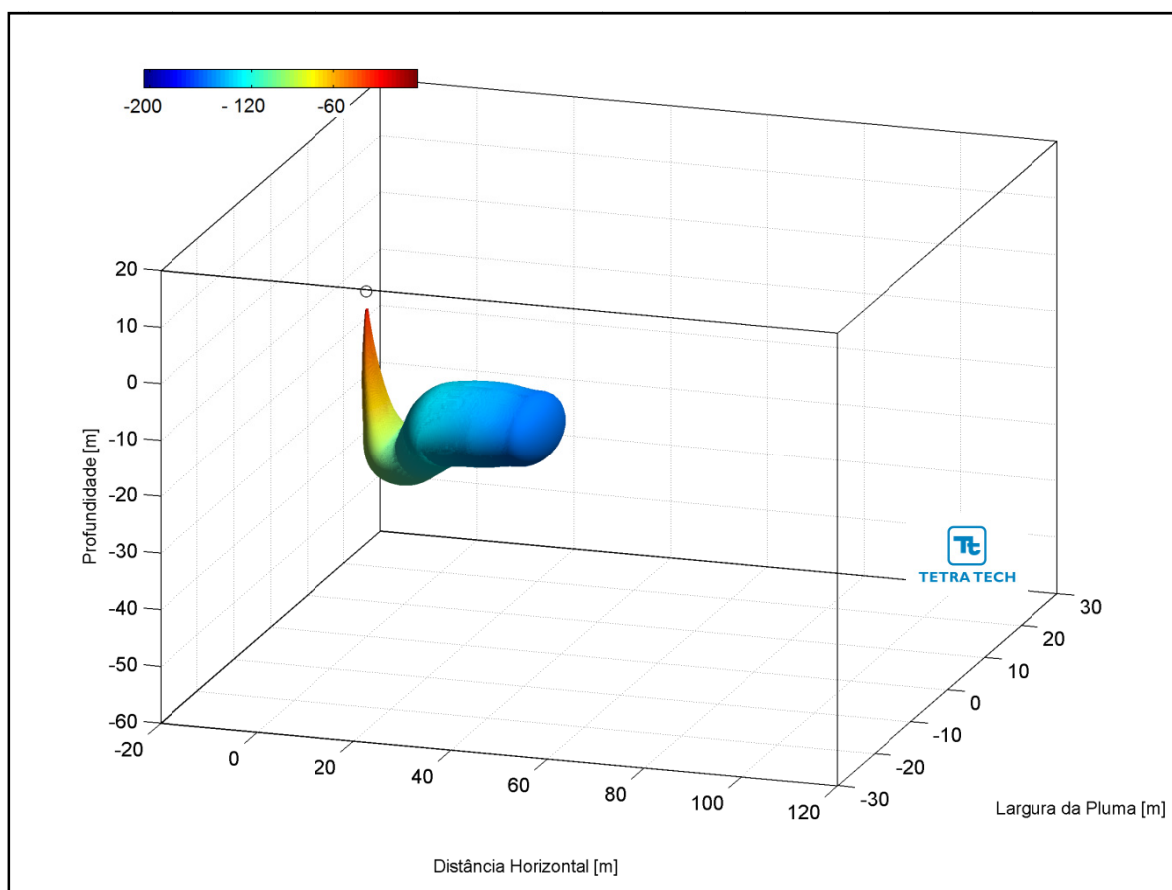


**Figura III-103 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno.**

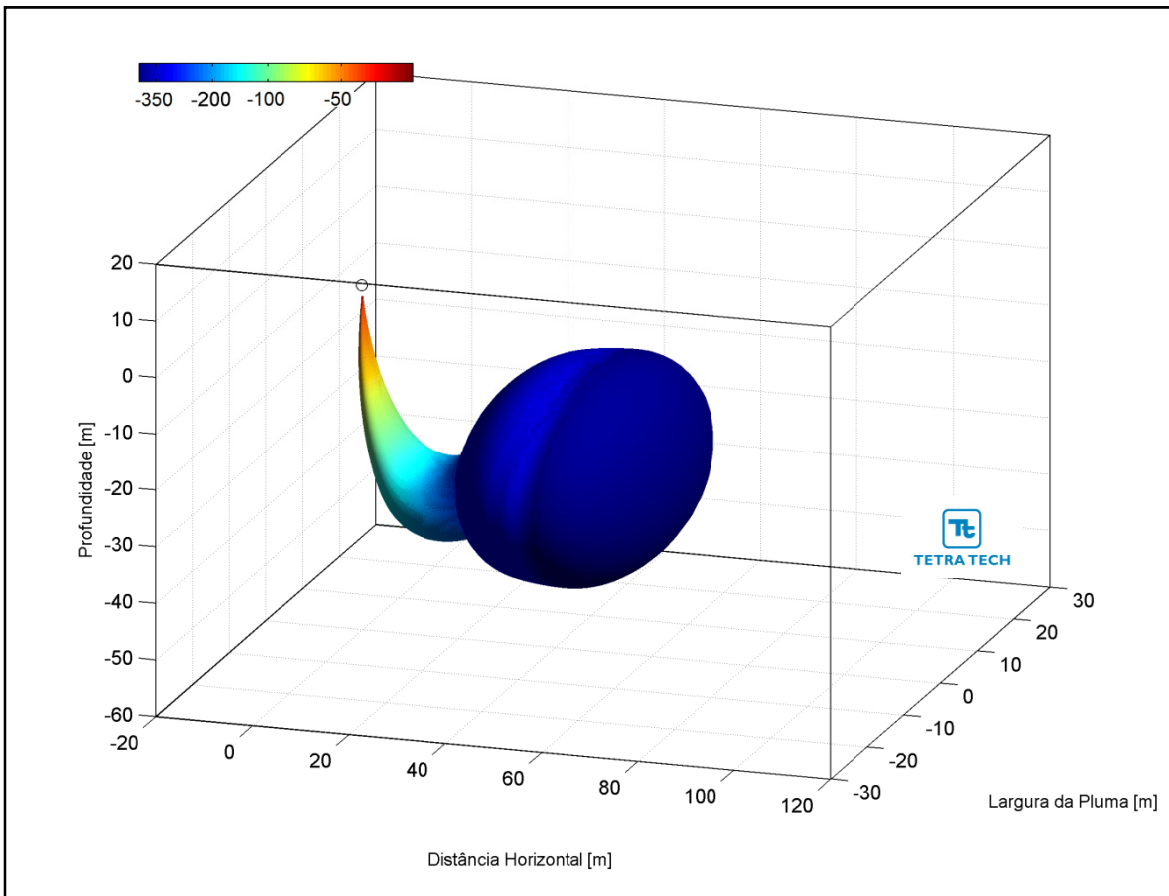


**Figura III-104 -** Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-105) e inverno (Figura III-106), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 25 metros, não atingindo a superfície.



**Figura III-105** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Alto, no período de verão.



**Figura III-106 - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Alto, no período de inverno.**

A Tabela III-50 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA nº 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.

**Tabela III-50 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Alto, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPO-<br>NENTES                             | CONCEN-<br>TRAÇÃO<br>NO PONTO<br>DE<br>DESCARTE<br>(mg/L) | LIMITE<br>RESOLUÇÃO<br>CONAMA<br>357/05<br>ART. 18<br>(mg/L) | DILUIÇÃO<br>MÍNIMA<br>PARA<br>ENQUADRA-<br>MENTO<br>(vezes) | CONCENTRAÇÃO NO<br>CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|--|---|--|---|---|---------|----------|---------|----------|---------|
|  |   |  |   | Opção 01                                |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|  |   |  |   | Verão                                   | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0   | 1,0  | -   | 0,012                                   | 0,005   | 0,029    | 0,010   | 0,006    | 0,003   |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0   | -  | -   | 4,77                                    | 1,84    | 11,67    | 4,05    | 2,50     | 1,05    |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0   | -  | -   | 15,85                                   | 6,11    | 38,79    | 13,46   | 8,32     | 3,48    |
| Cloro (Cl <sup>-</sup> )                     | 29.185,0  | -  | -   | 342,55                                  | 132,12  | 838,65   | 290,98  | 179,82   | 75,30   |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0  | -  | -   | 0,33                                    | 0,13    | 0,80     | 0,28    | 0,17     | 0,07    |
| Ferro total                                  | 1,0   | 0,3  | 3,3   | 0,012                                   | 0,005   | 0,029    | 0,010   | 0,006    | 0,003   |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0   | -  | -   | 64,32                                   | 24,81   | 157,47   | 54,64   | 33,76    | 14,14   |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0   | 0,4  | 2,5   | 0,012                                   | 0,005   | 0,029    | 0,010   | 0,006    | 0,003   |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0   | -  | -   | 6,10                                    | 2,35    | 14,94    | 5,18    | 3,20     | 1,34    |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0  | -  | -   | 163,96                                  | 63,24   | 401,41   | 139,27  | 86,07    | 36,04   |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0  | -  | -   | 154,75                                  | 59,69   | 378,88   | 131,46  | 81,24    | 34,02   |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Alto, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias de, aproximadamente, 6 m do ponto de lançamento.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo no período de verão através da Opção 02 para a CENO com biocida. Esta diluição só é alcançada no domínio do campo afastado, cujas características e resultados são apresentados no Item III.2, a seguir

Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 27 m do ponto de lançamento.

### III.1.5.6 Desenvolvimento da Produção de Lula Oeste

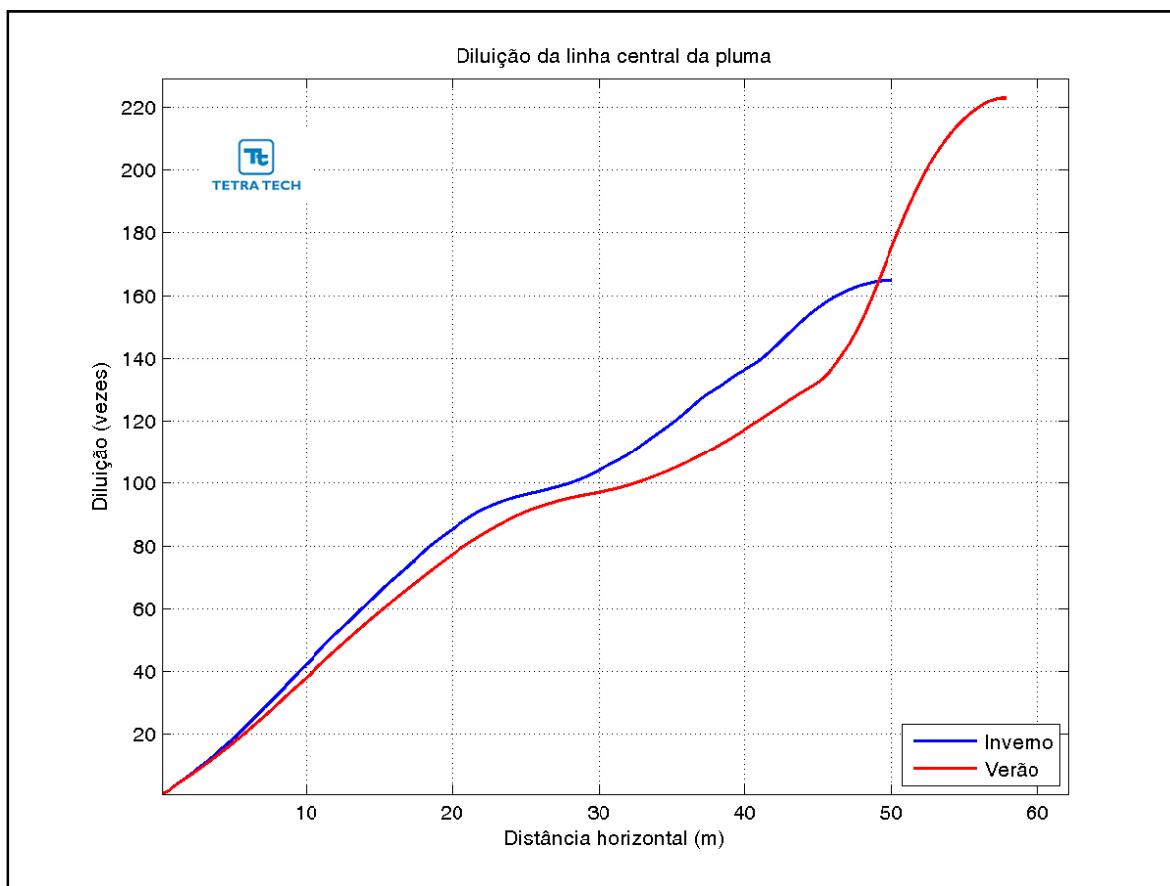
A Tabela III-51 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Oeste. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-51 - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Lula Oeste.**

| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 165,8    | 225,1   | 65,8     | 99,2    | 247,4    | 384,5   |
| Espessura final da pluma (m)       | 6,9      | 13,8    | 5,1      | 9,1     | 7,9      | 18,0    |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 50,0     | 57,8    | 28,0     | 33,3    | 42,7     | 49,5    |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 23,2     | 20,9    | 21,1     | 18,4    | 27,2     | 26,8    |

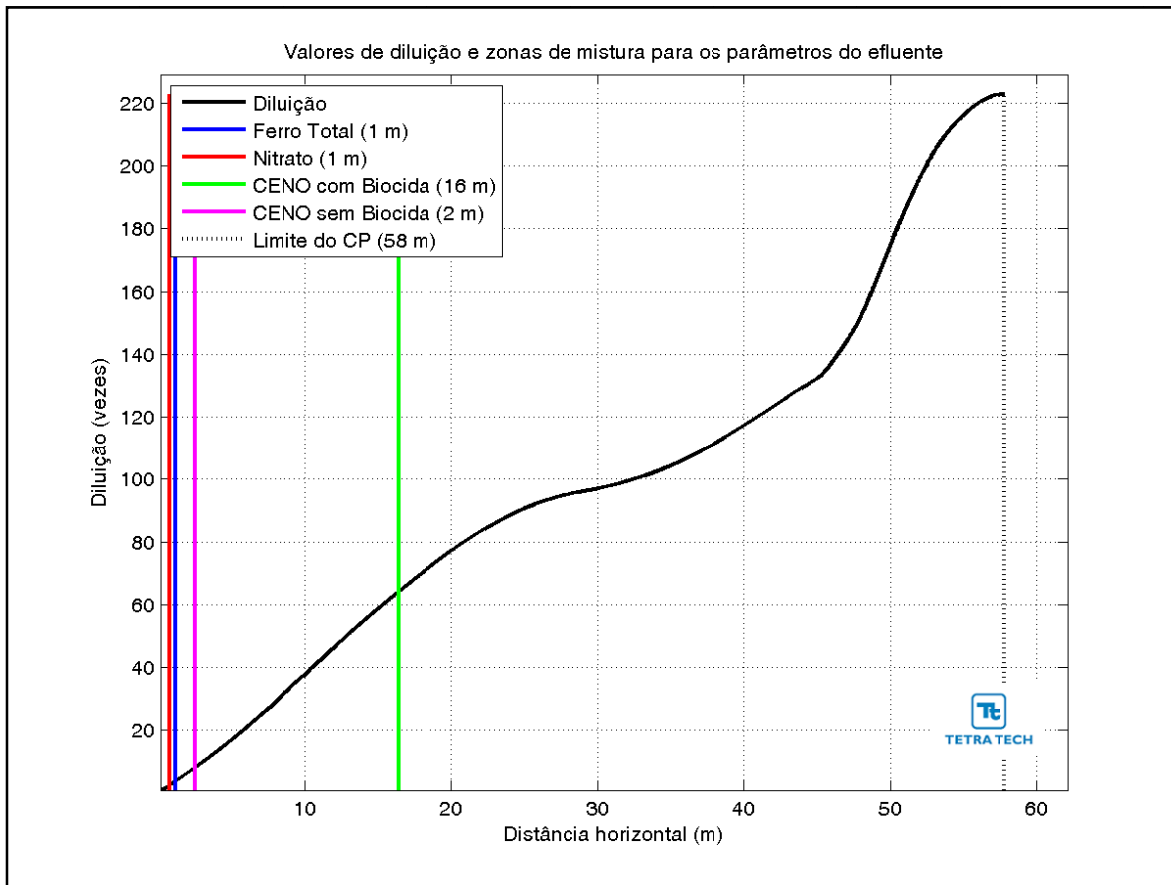
A Figura III-107 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.



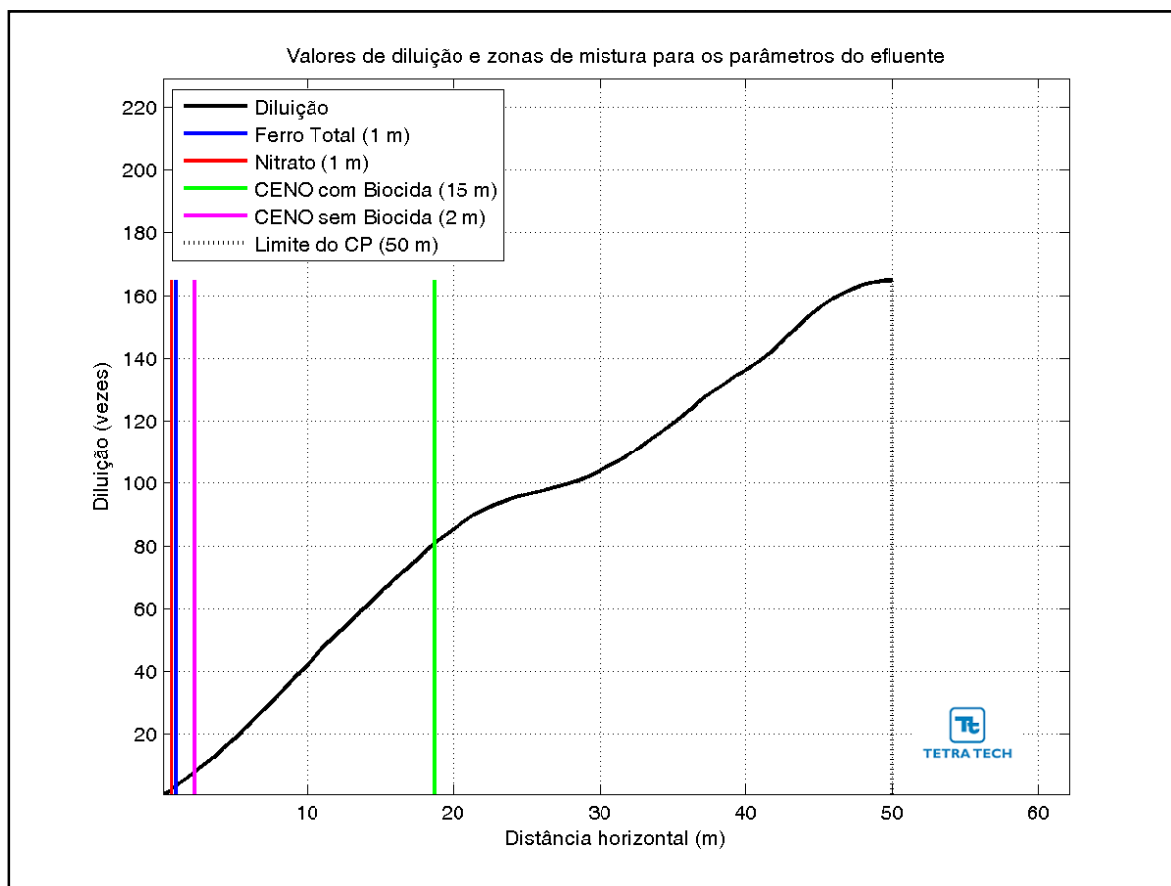


**Figura III-107** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-108 e na Figura III-109 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor verde, e ocorre a uma distância inferior a 16 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 2 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 58 m no verão para 50 m no inverno.

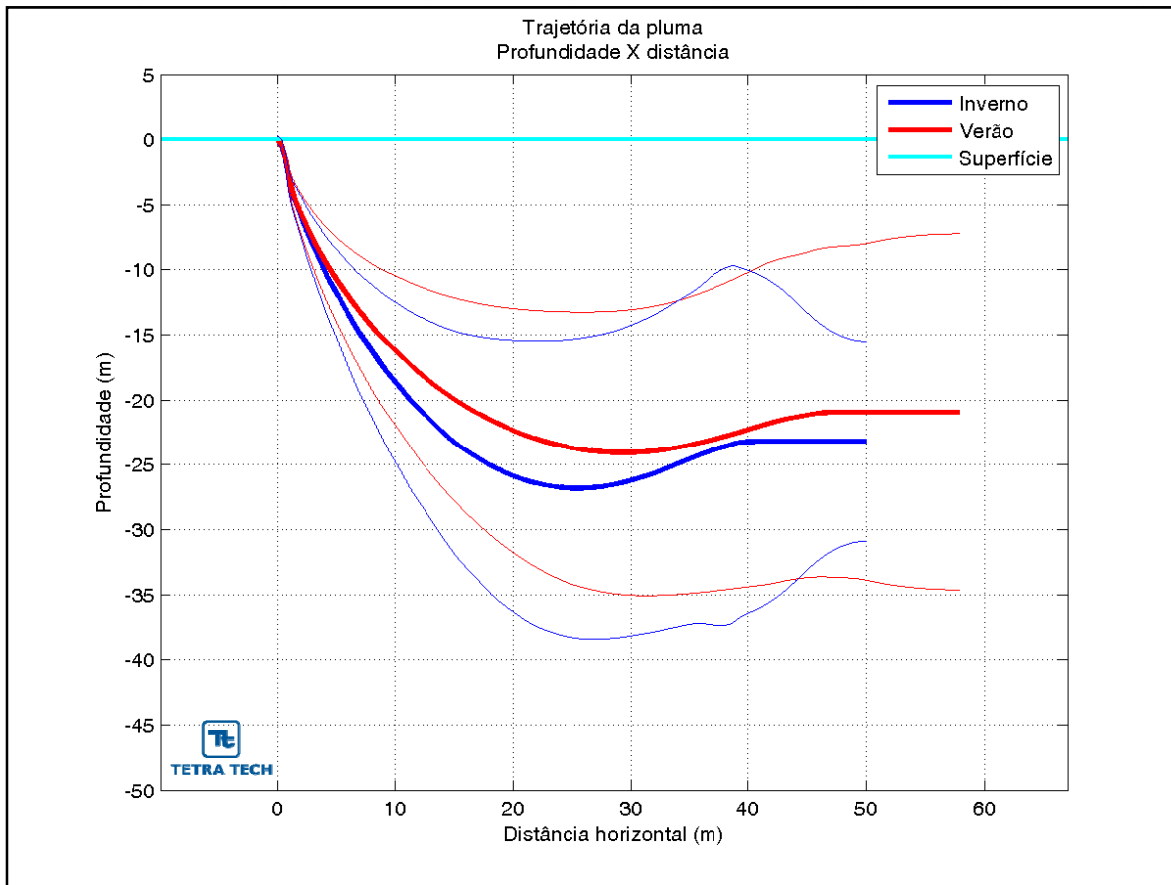


**Figura III-108** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Oeste, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

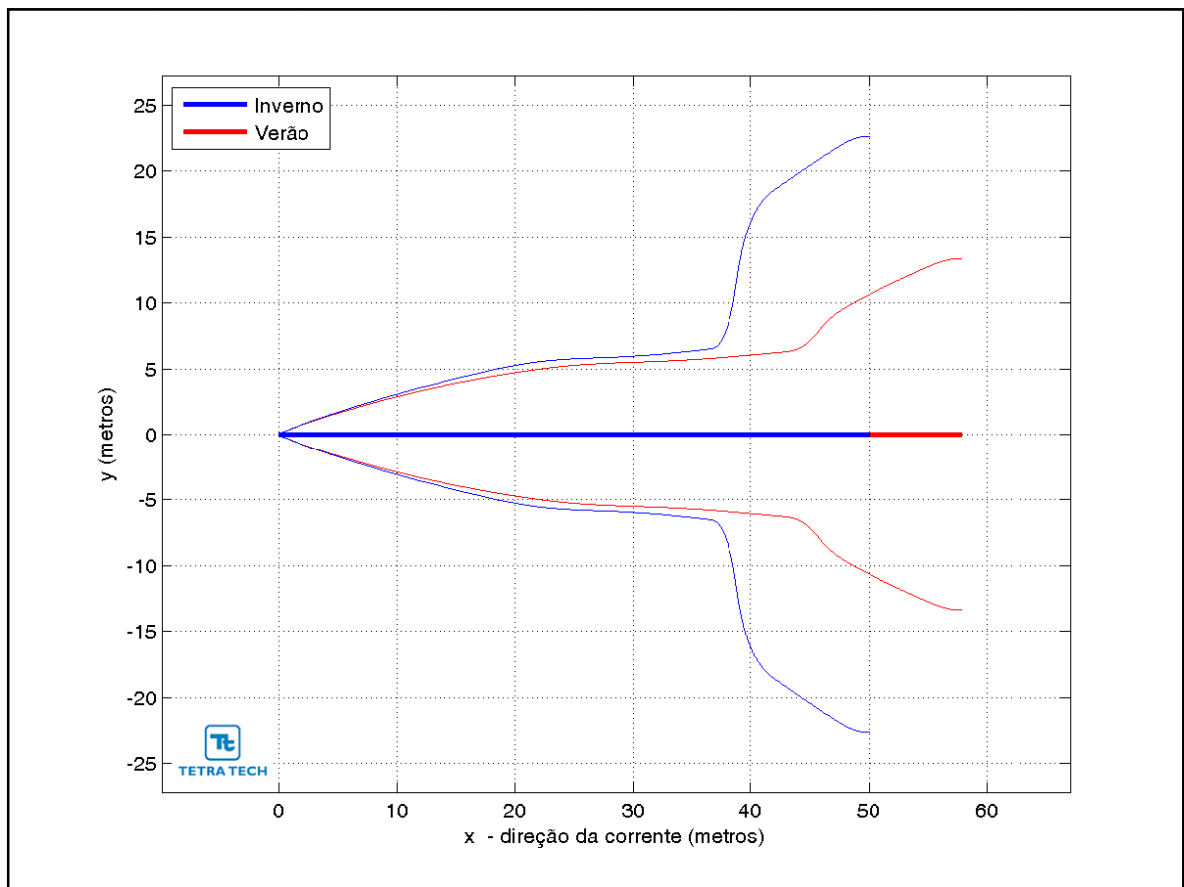


**Figura III-109** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Oeste, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-110 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 23 e 21 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-111 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

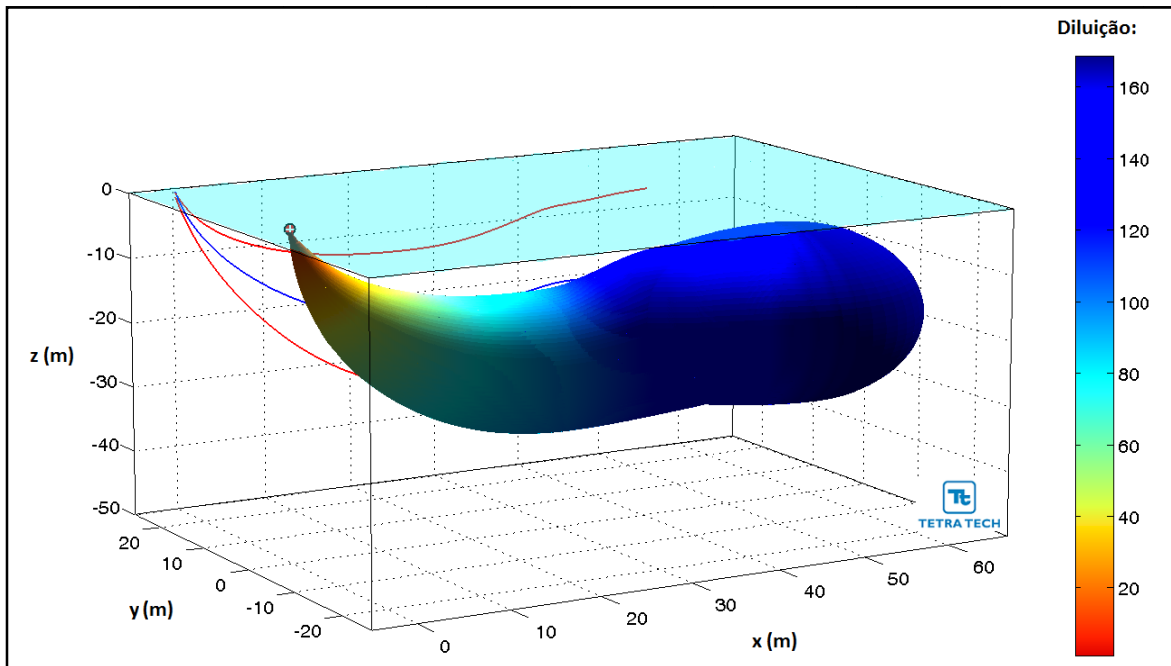


**Figura III-110** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno.

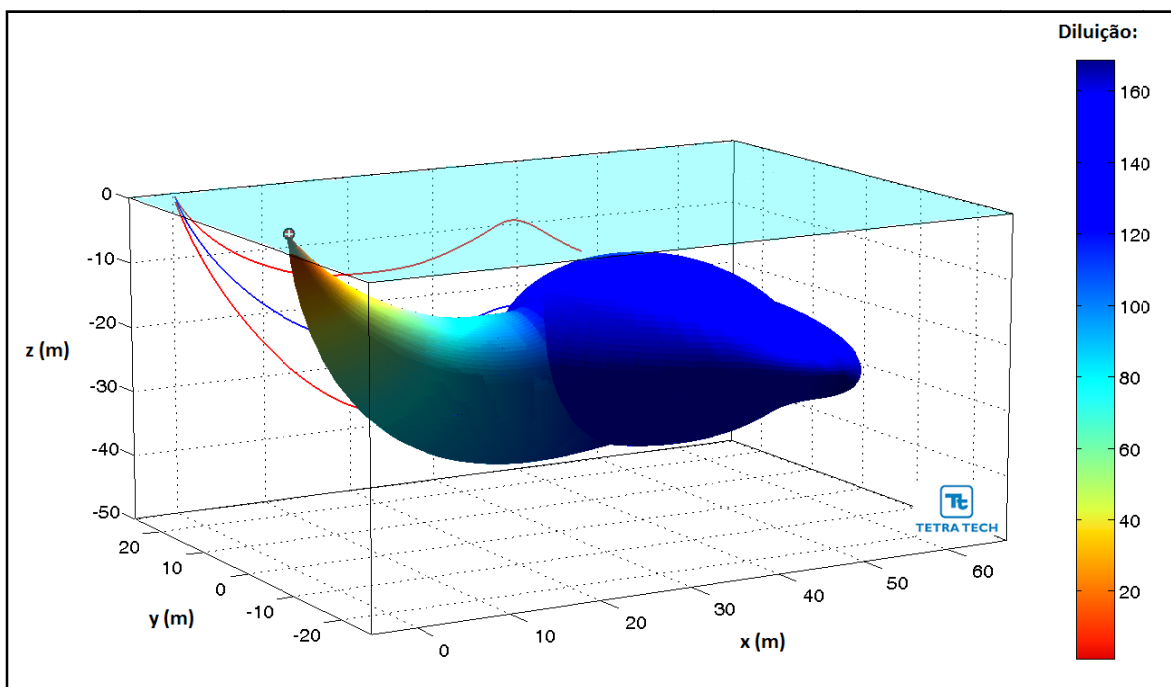


**Figura III-111** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-112) e inverno (Figura III-113), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 22 metros, não atingindo a superfície.

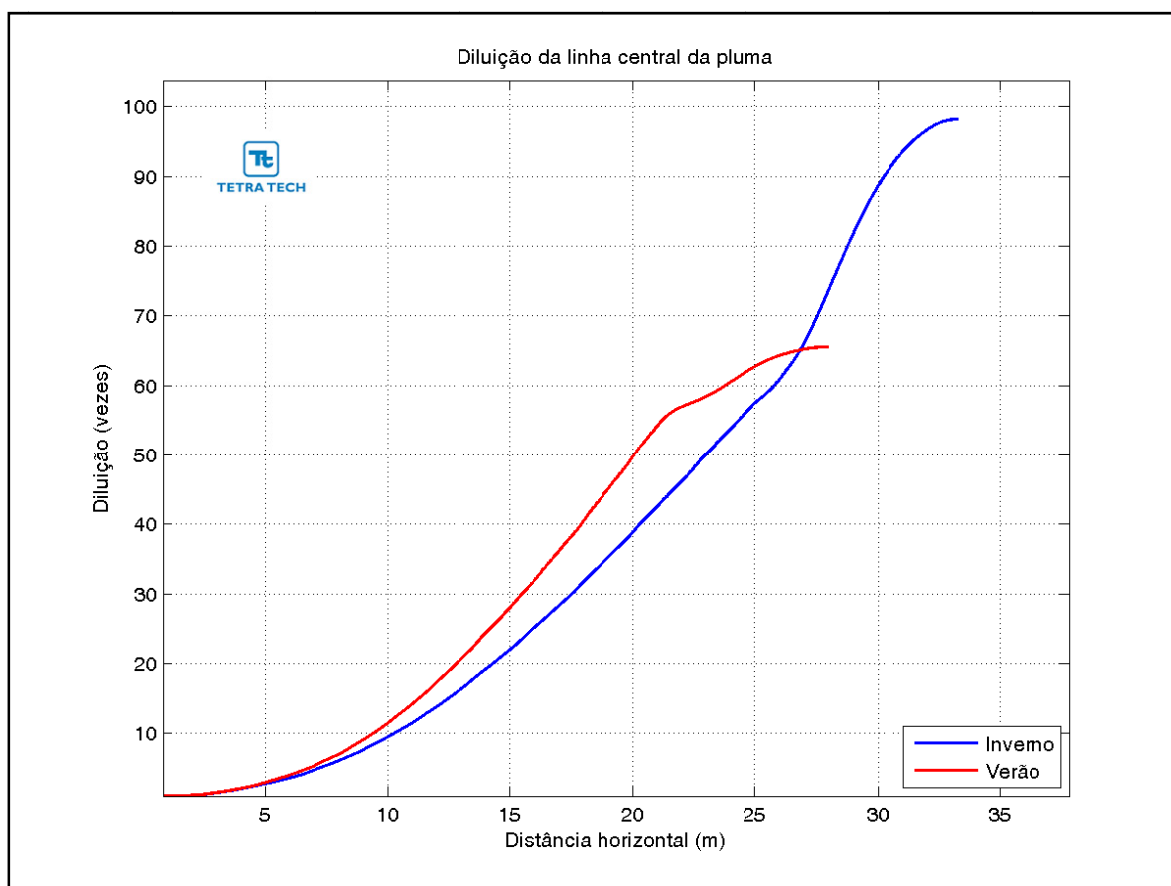


**Figura III-112** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Oeste, no período de verão.



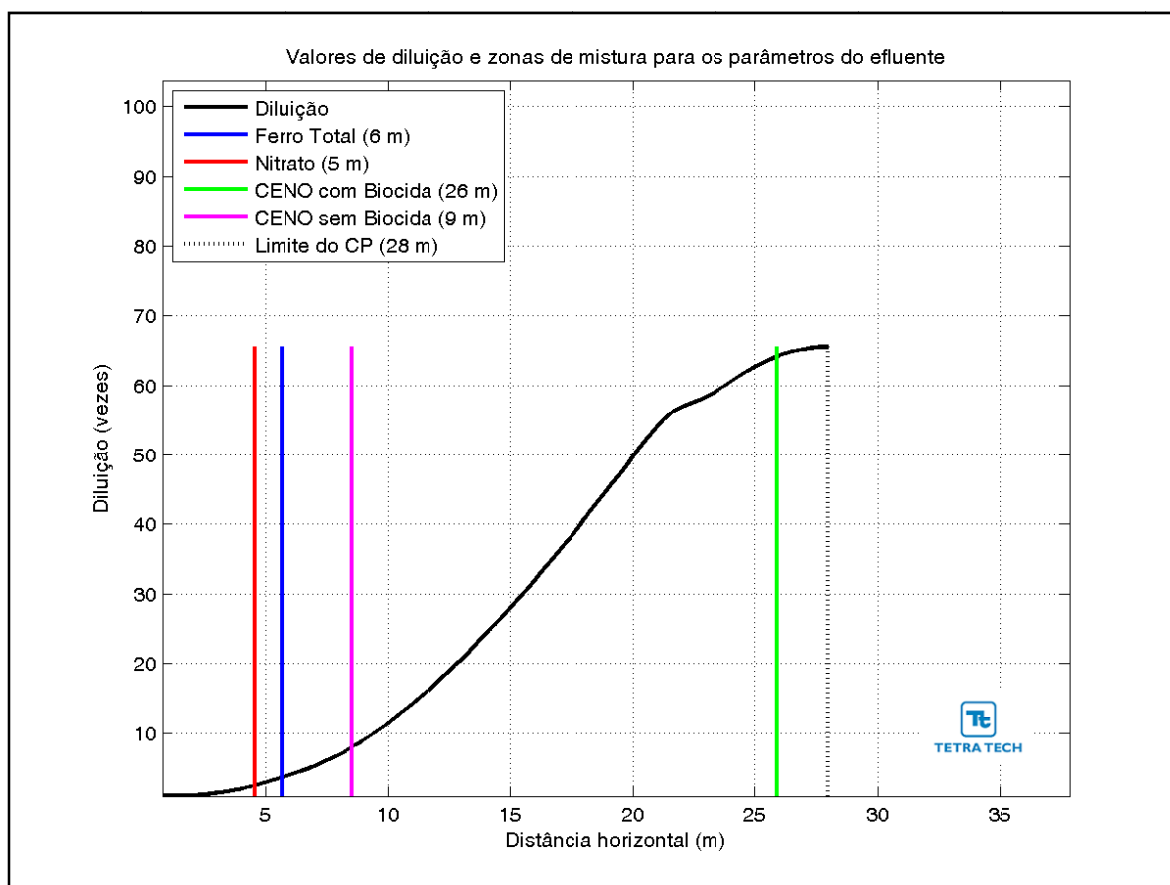
**Figura III-113** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Oeste, no período de inverno.

A Figura III-114 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.



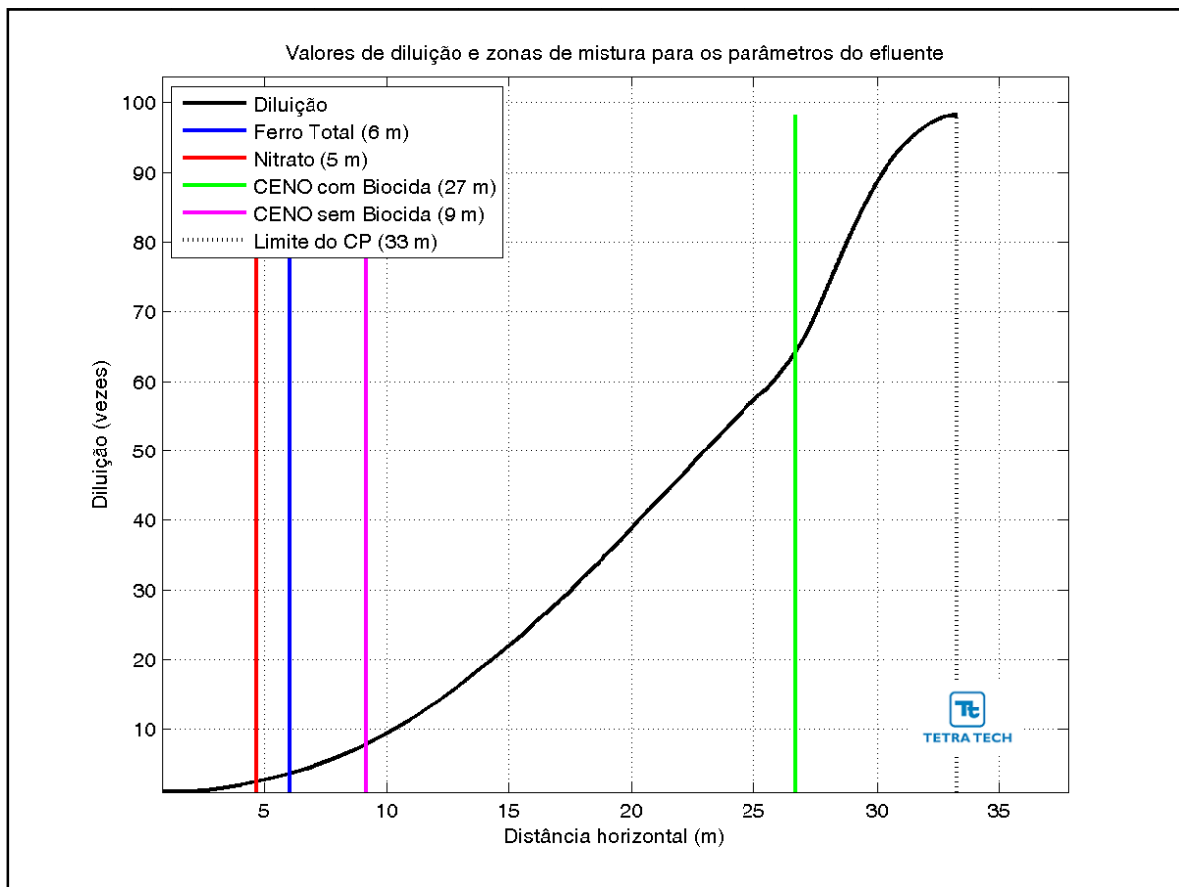
**Figura III-114 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno.**

Na Figura III-115 e na Figura III-116 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor verde, e ocorre a uma distância inferior a 27 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) ocorre a uma distância de 9 m e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância inferior a 6 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 28 m no verão para 33 m no inverno.



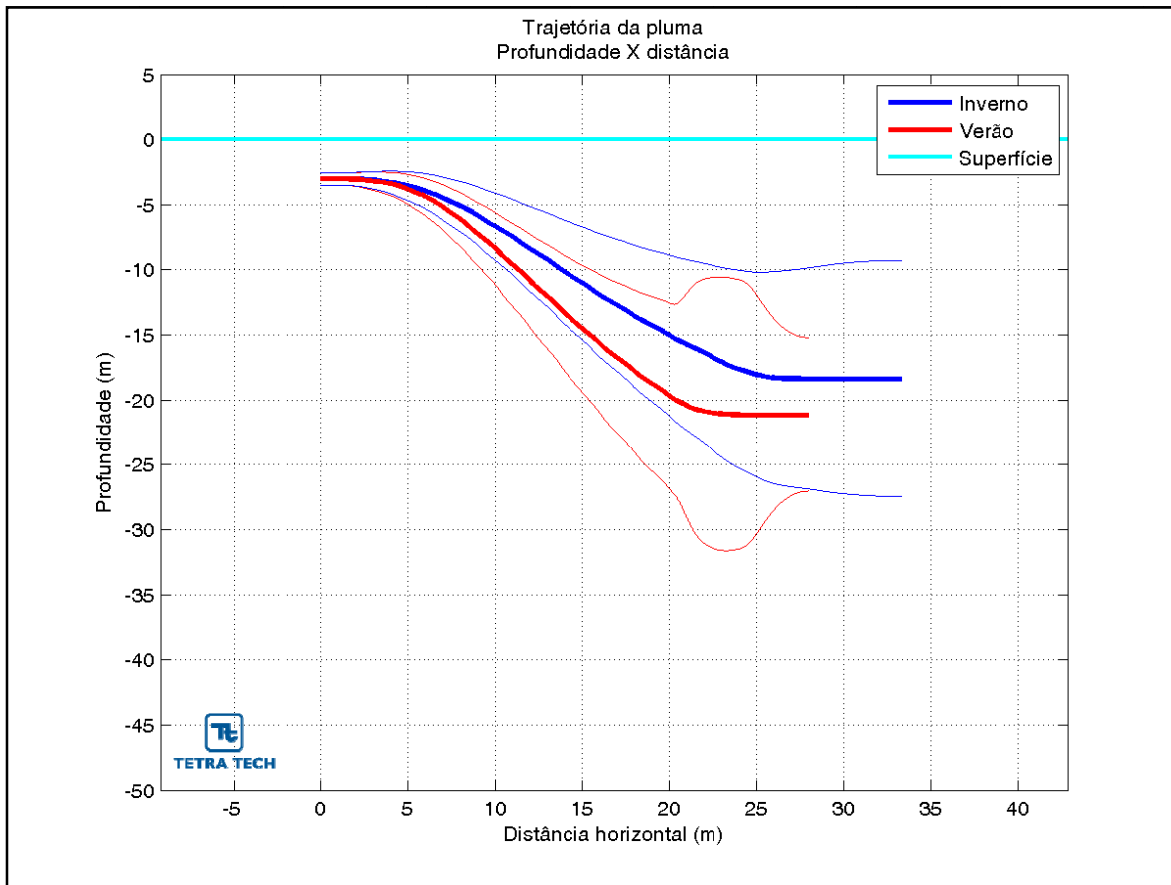
**Figura III-115** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Oeste, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



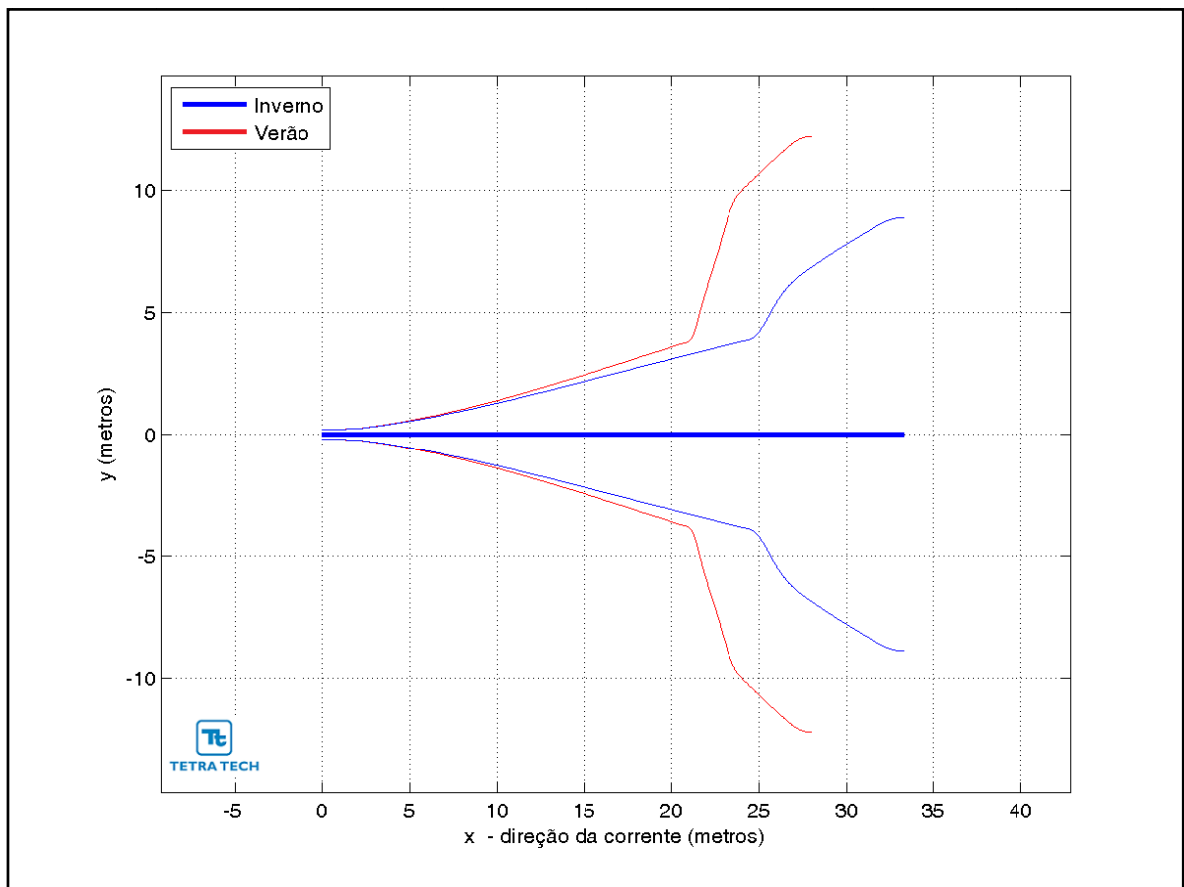


**Figura III-116** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Oeste, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-117 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 21 e 18 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-118 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

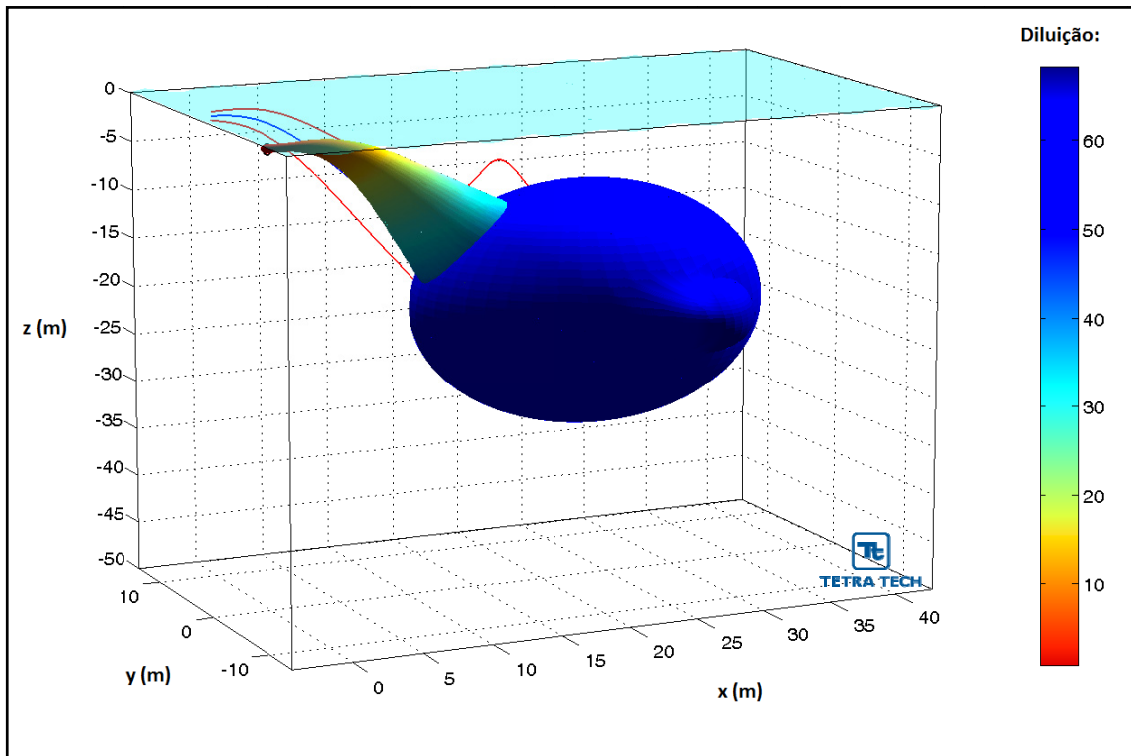


**Figura III-117 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno.**

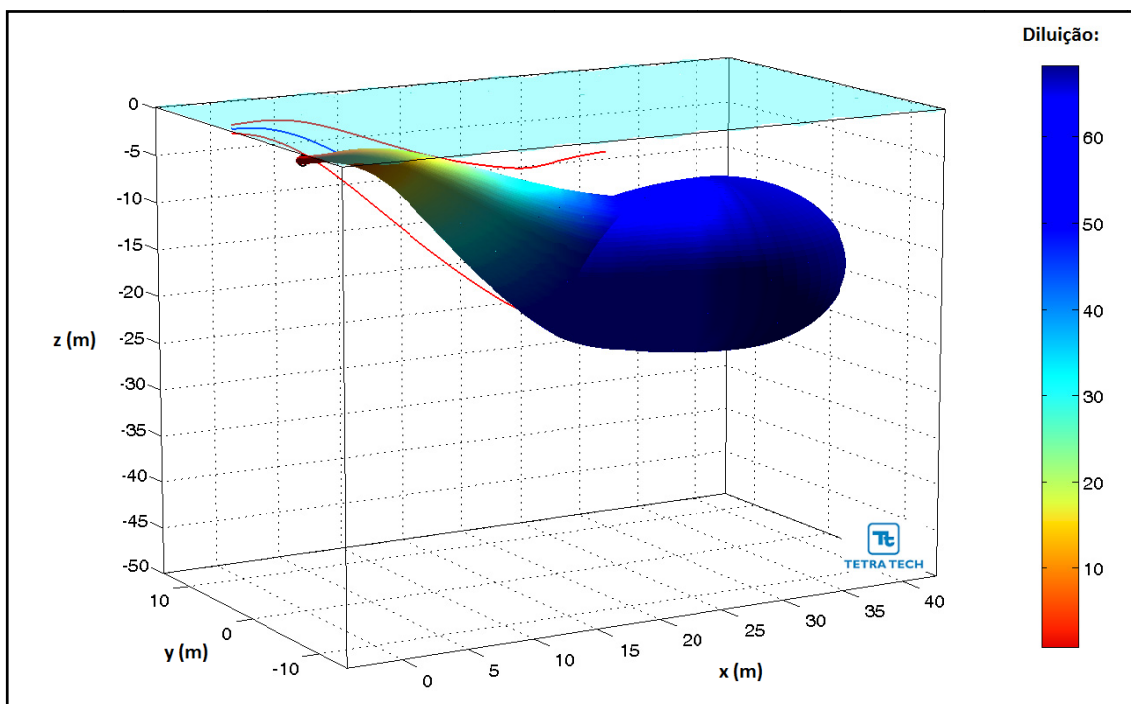


**Figura III-118 - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno.**

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-119) e inverno (Figura III-120), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 20 metros, não atingindo a superfície.

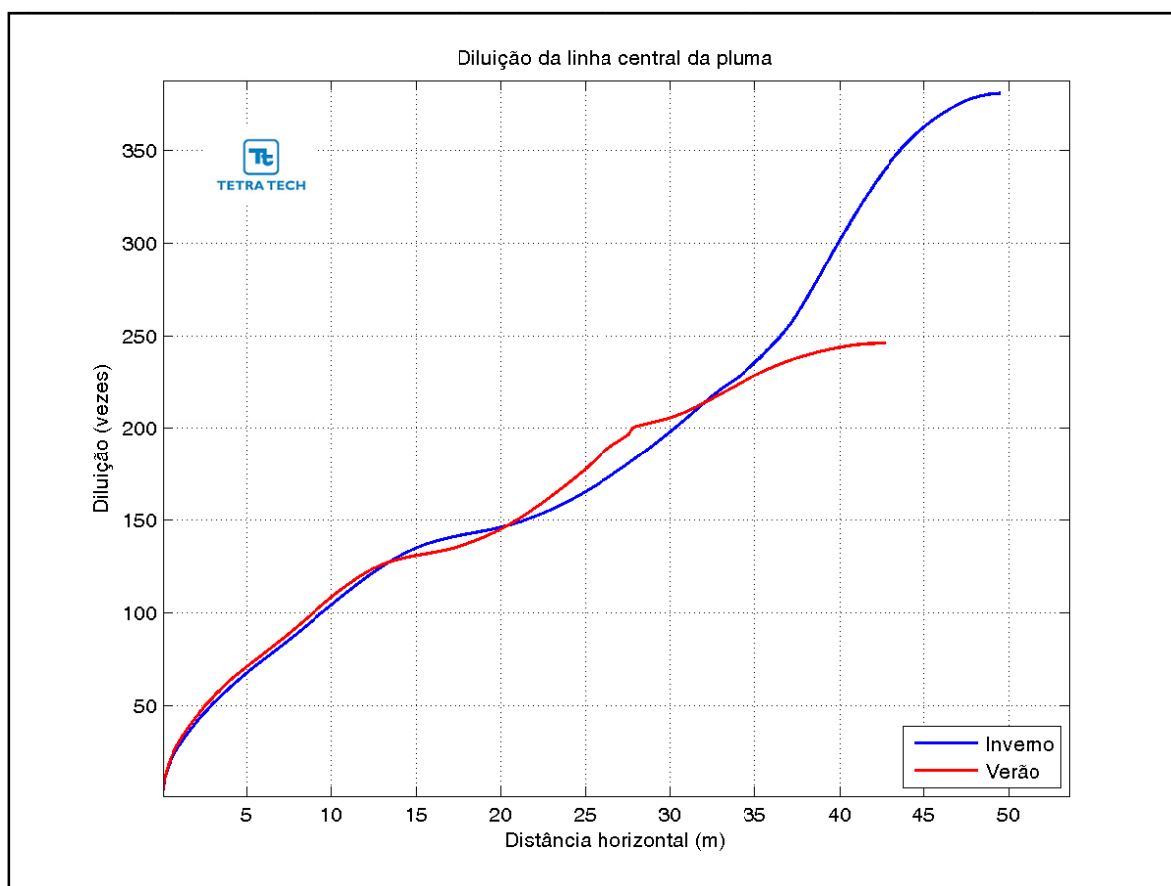


**Figura III-119** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Oeste, no período de verão.



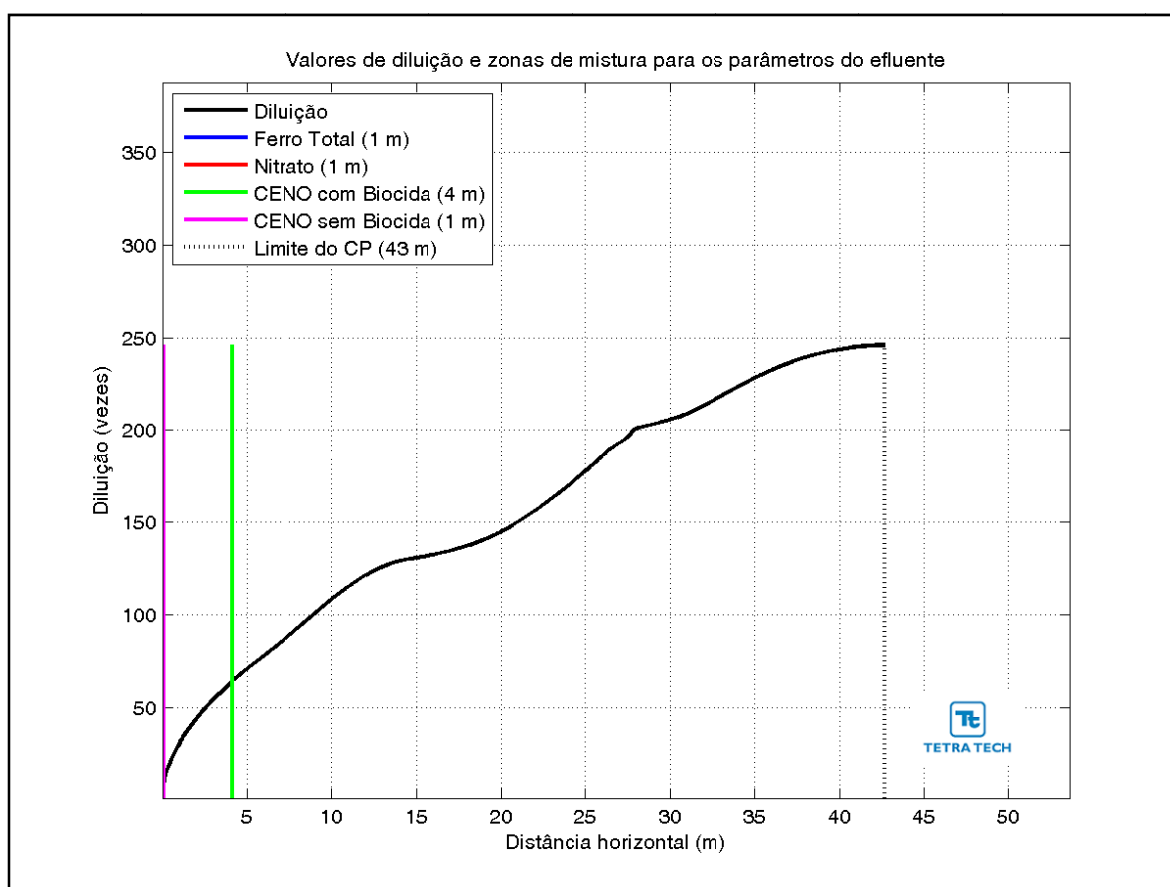
**Figura III-120** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Oeste, no período de inverno.

A Figura III-121 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

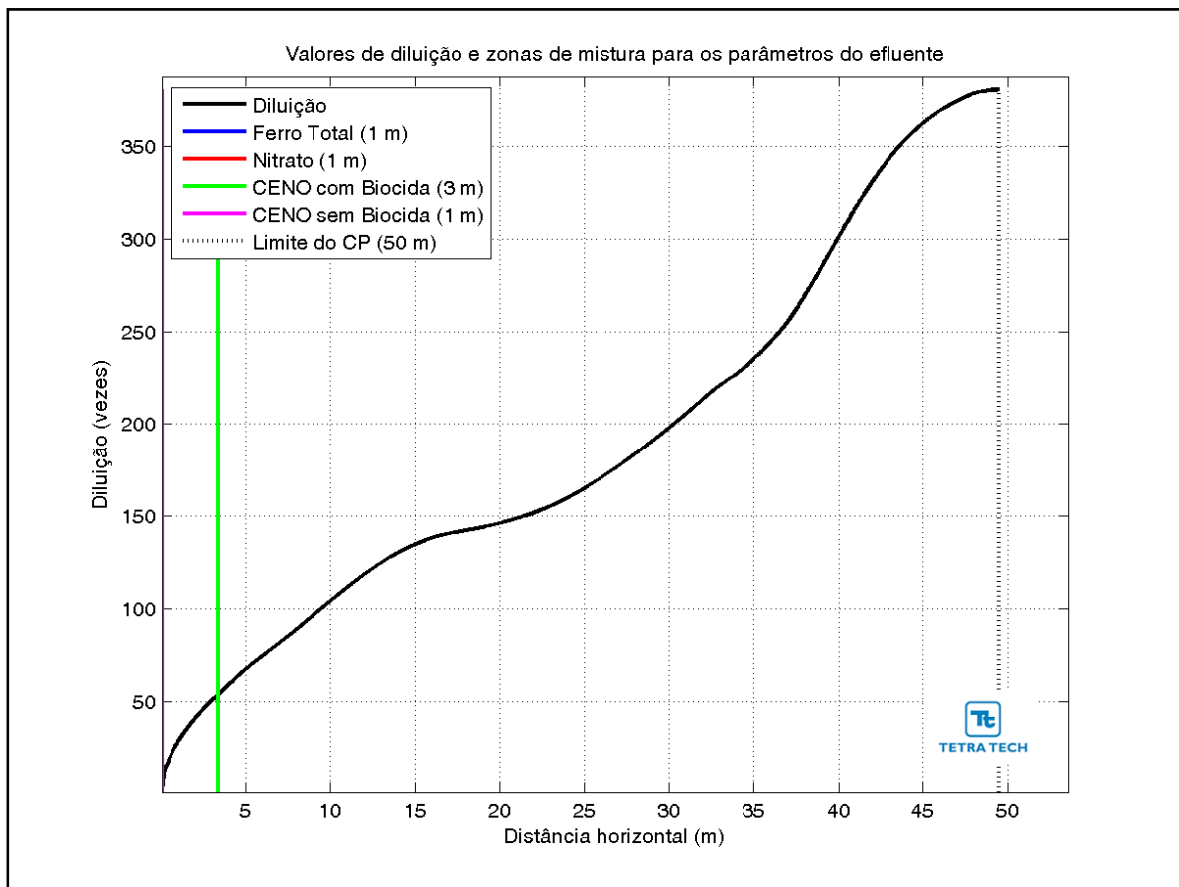


**Figura III-121 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno.**

Na Figura III-122 e na Figura III-123 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor verde, e ocorre a uma distância inferior a 4 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 43 m no verão para 50 m no inverno.

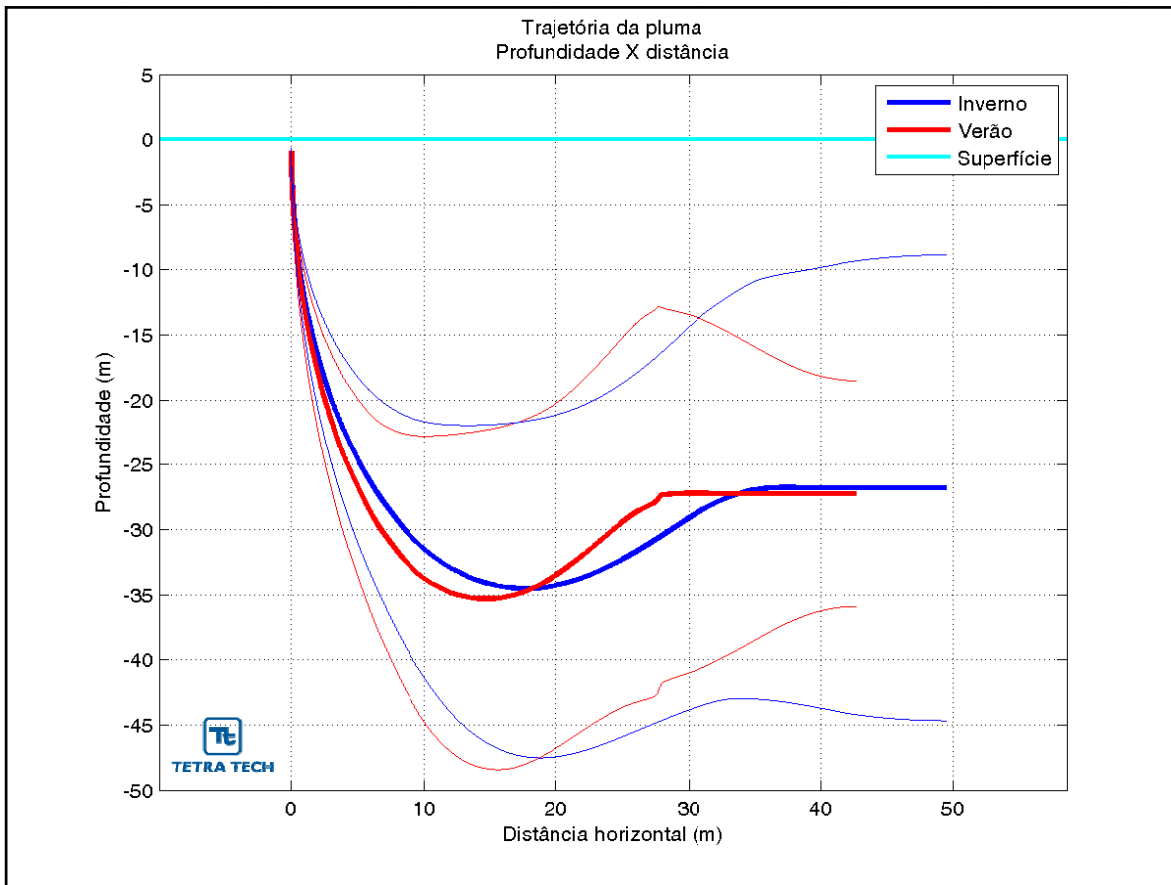


**Figura III-122** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Oeste, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



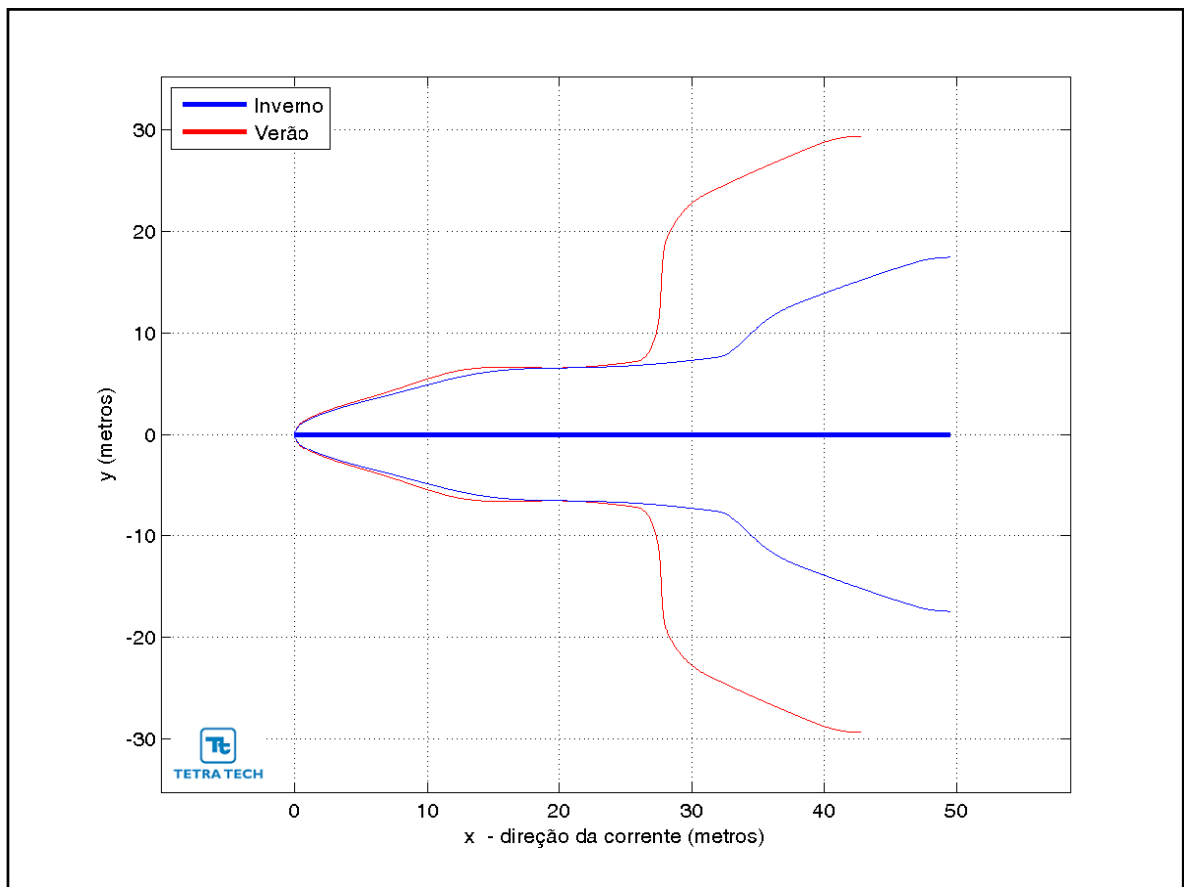
**Figura III-123** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Oeste, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-124 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 27 m de profundidade nos períodos de verão e inverno. Já a Figura III-125 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



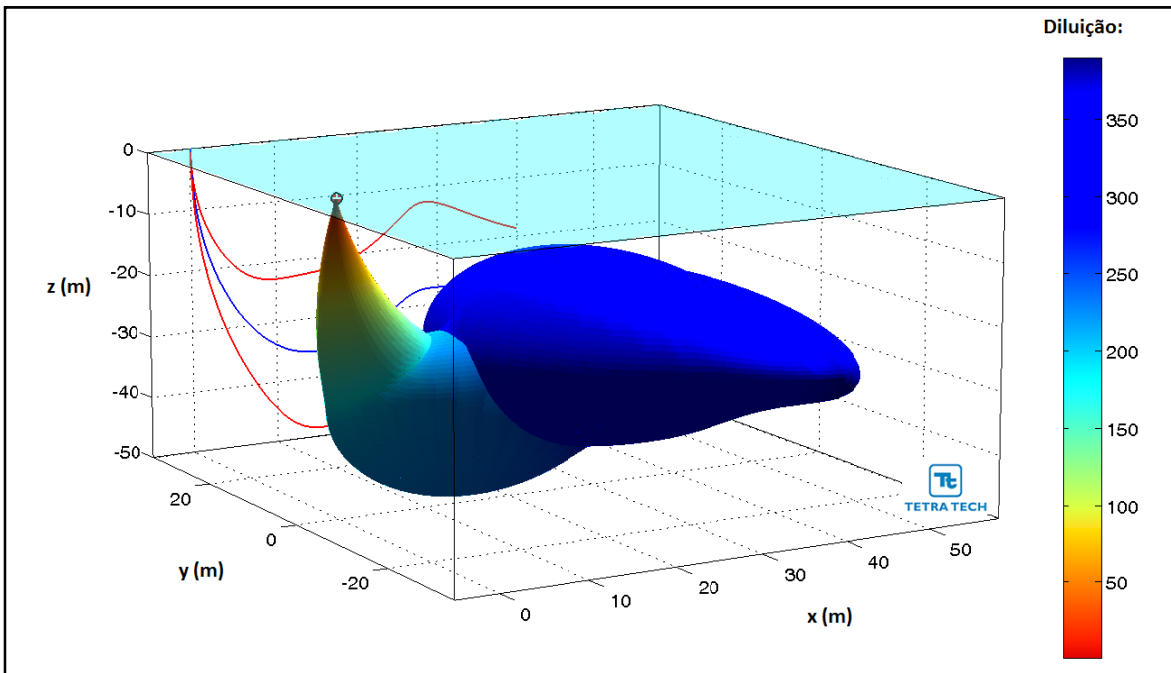
**Figura III-124** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno.



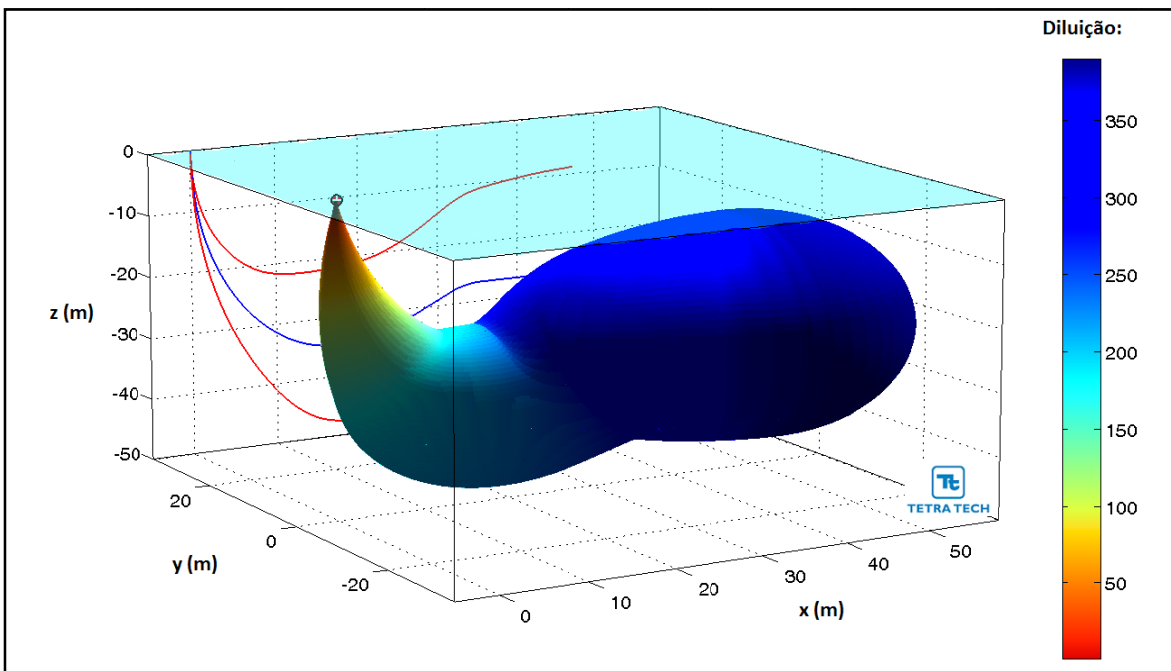


**Figura III-125 - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno.**

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-126) e inverno (Figura III-127), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 27 metros, não atingindo a superfície.



**Figura III-126** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Oeste, no período de verão.



**Figura III-127** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Oeste, no período de inverno.

A Tabela III-52 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA nº 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.

**Tabela III-52 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Oeste, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPONENTES                                  | CONCENTRAÇÃO NO PONTO DE DESCARTE (mg/L) | LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 ART. 18 (mg/L) | DILUIÇÃO MÍNIMA PARA ENQUADRAMENTO (vezes) | CONCENTRAÇÃO NO CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|--|--|---|--|--------------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
|  |  |   |  | Opção 01                             |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|  |  |   |  | Verão                                | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0                                      | 1,0   | –  | 0,006                                | 0,004   | 0,015    | 0,010   | 0,004    | 0,003   |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0                                    | –   | –  | 2,449                                | 1,804   | 6,170    | 4,093   | 1,641    | 1,056   |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0                                  | –   | –  | 8,142                                | 5,997   | 20,517   | 13,609  | 5,457    | 3,511   |
| Cloro (Cl <sup>-</sup> )                     | 29.185,0                                 | –   | –  | 176,025                              | 129,653 | 443,541  | 294,204 | 117,967  | 75,904  |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0                                     | –   | –  | 0,169                                | 0,124   | 0,426    | 0,282   | 0,113    | 0,073   |
| Ferro total                                  | 1,0                                      | 0,3   | 3,3  | 0,006                                | 0,004   | 0,015    | 0,010   | 0,004    | 0,003   |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0                                  | –   | –  | 33,052                               | 24,345  | 83,283   | 55,242  | 22,150   | 14,252  |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0                                      | 0,4   | 2,5  | 0,006                                | 0,004   | 0,015    | 0,010   | 0,004    | 0,003   |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0                                    | –   | –  | 3,136                                | 2,310   | 7,903    | 5,242   | 2,102    | 1,352   |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0                                 | –   | –  | 84,252                               | 62,057  | 212,295  | 140,817 | 56,463   | 36,330  |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0                                 | –   | –  | 79,524                               | 58,574  | 200,380  | 132,913 | 53,294   | 34,291  |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Oeste, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias de, aproximadamente, 6 m do ponto de lançamento.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio também são suficientes para o enquadramento do efluente. Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 9 m e 27 m do ponto de lançamento, respectivamente.

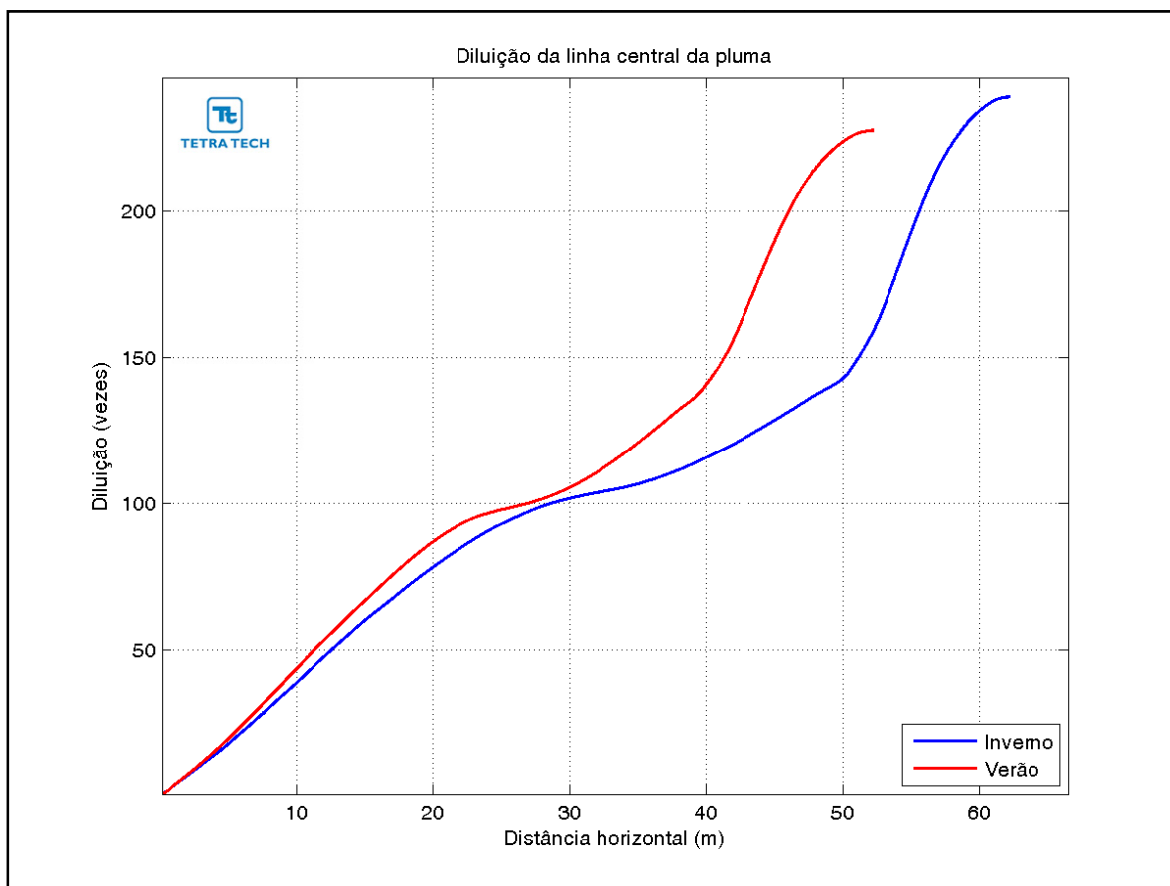
### III.1.5.7 Desenvolvimento da Produção de Lula Extremo Sul

A Tabela III-53 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP Lula Extremo Sul. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-53 - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP Lula Extremo Sul.**

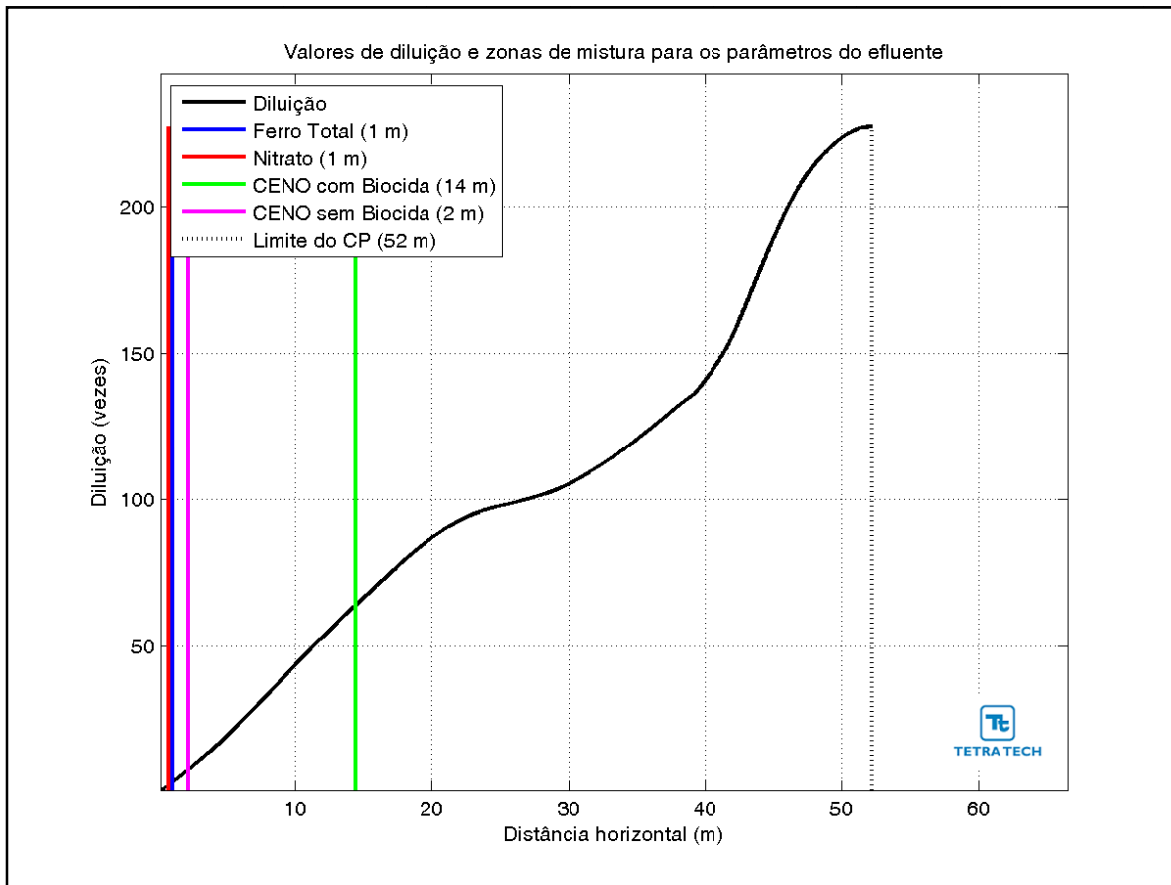
| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 229,7    | 241,3   | 98,6     | 108,8   | 252,2    | 420,5   |
| Espessura final da pluma (m)       | 14,7     | 13,3    | 9,6      | 8,9     | 7,9      | 17,5    |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 52,2     | 62,3    | 30       | 35,6    | 42,3     | 54,5    |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 23,2     | 20,0    | 21,0     | 17,5    | 27,2     | 26,1    |

A Figura III-128 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

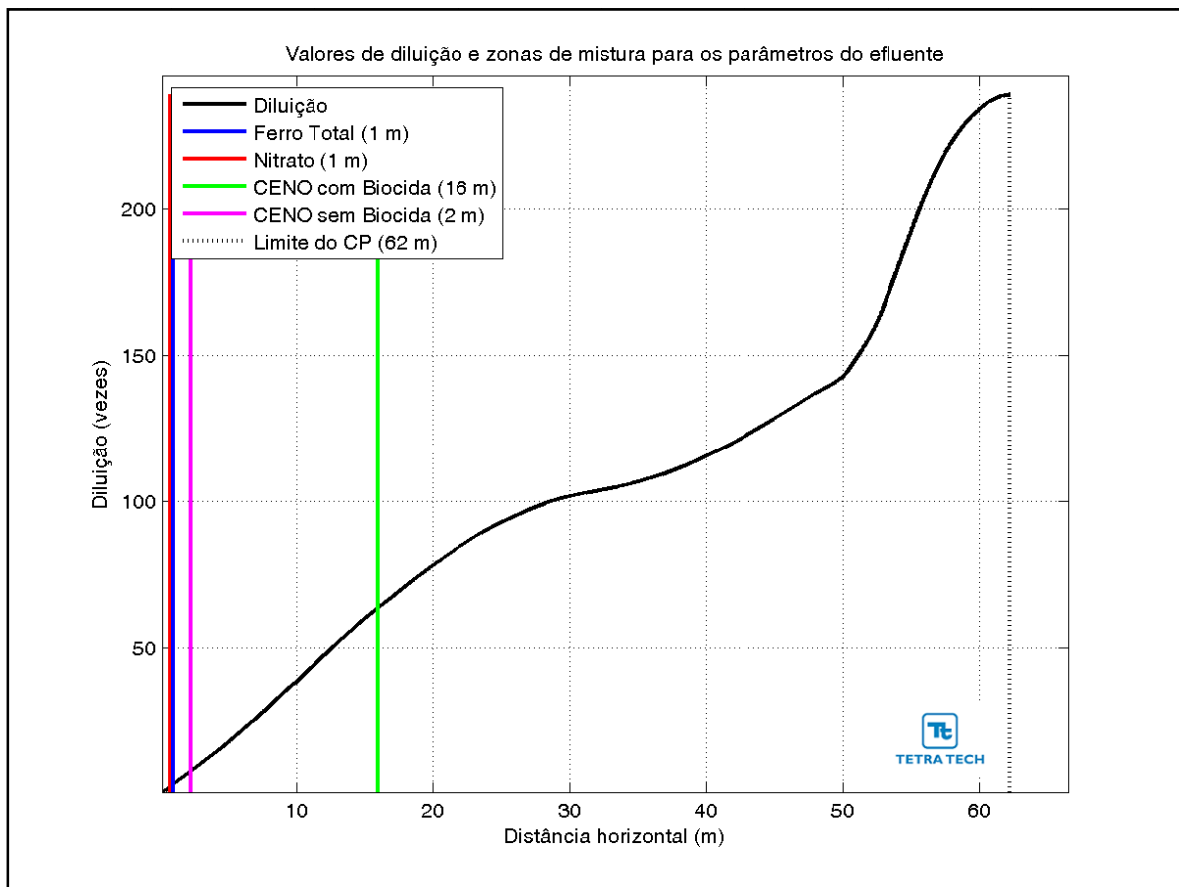


**Figura III-128** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-129 e na Figura III-130 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor verde, e ocorre a uma distância inferior a 16 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 2 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 52 m no verão para 62 m no inverno.

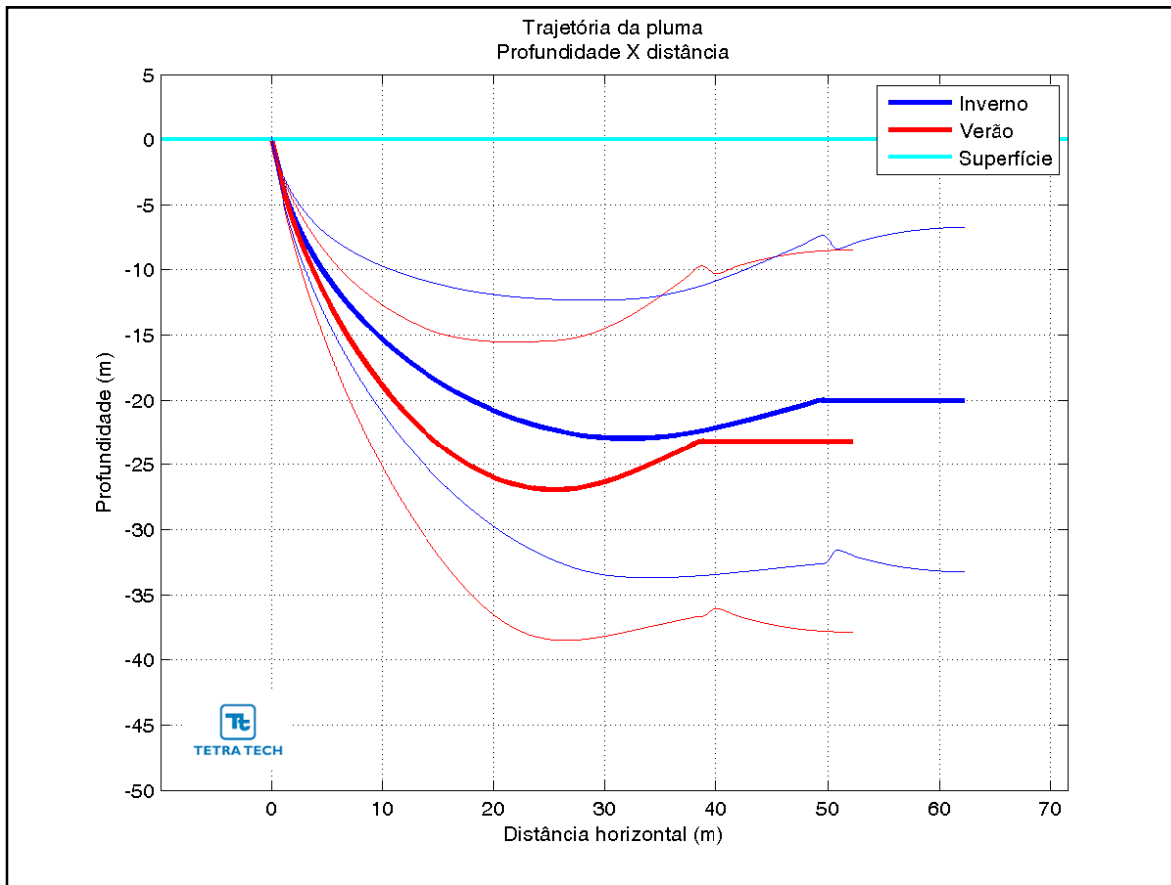


**Figura III-129** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



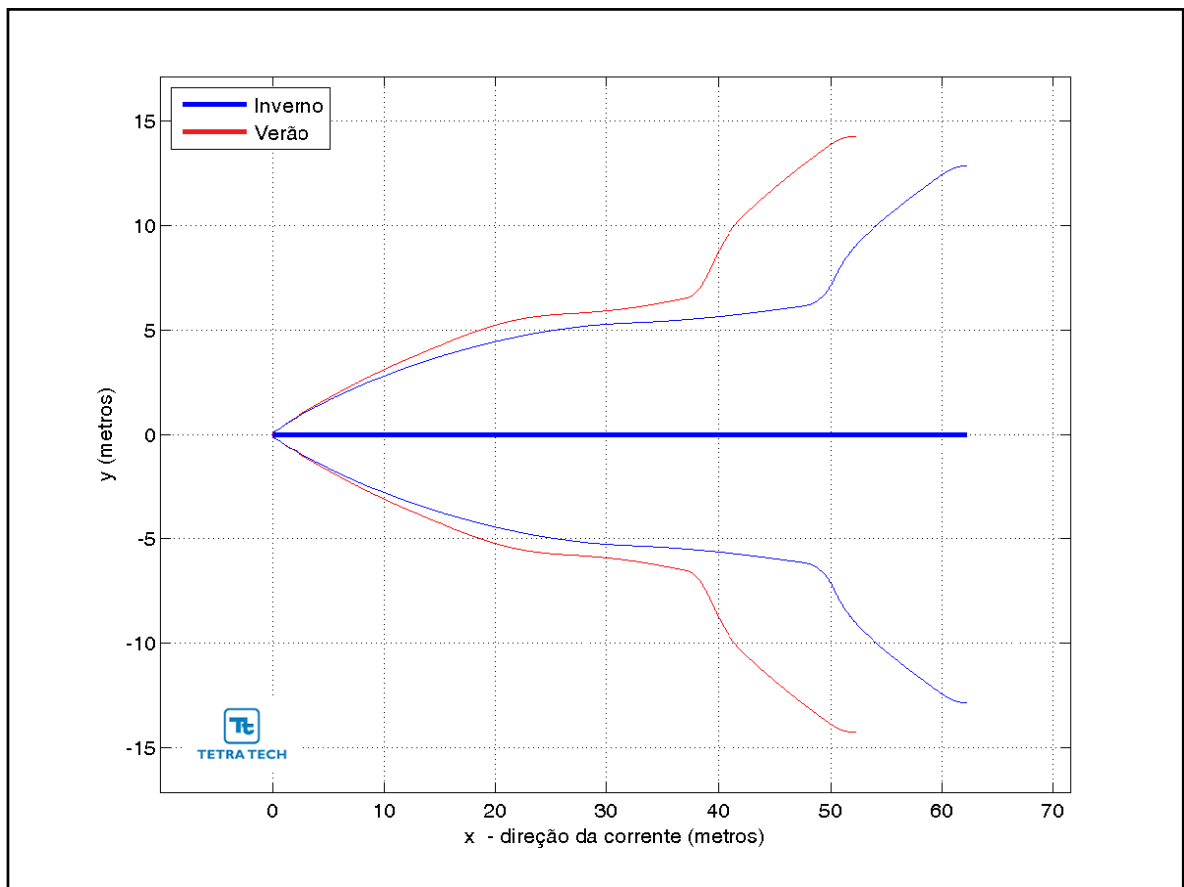
**Figura III-130** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-131 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente 23 m de profundidade no período de verão e 20 m no período de inverno. Já a Figura III-132 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



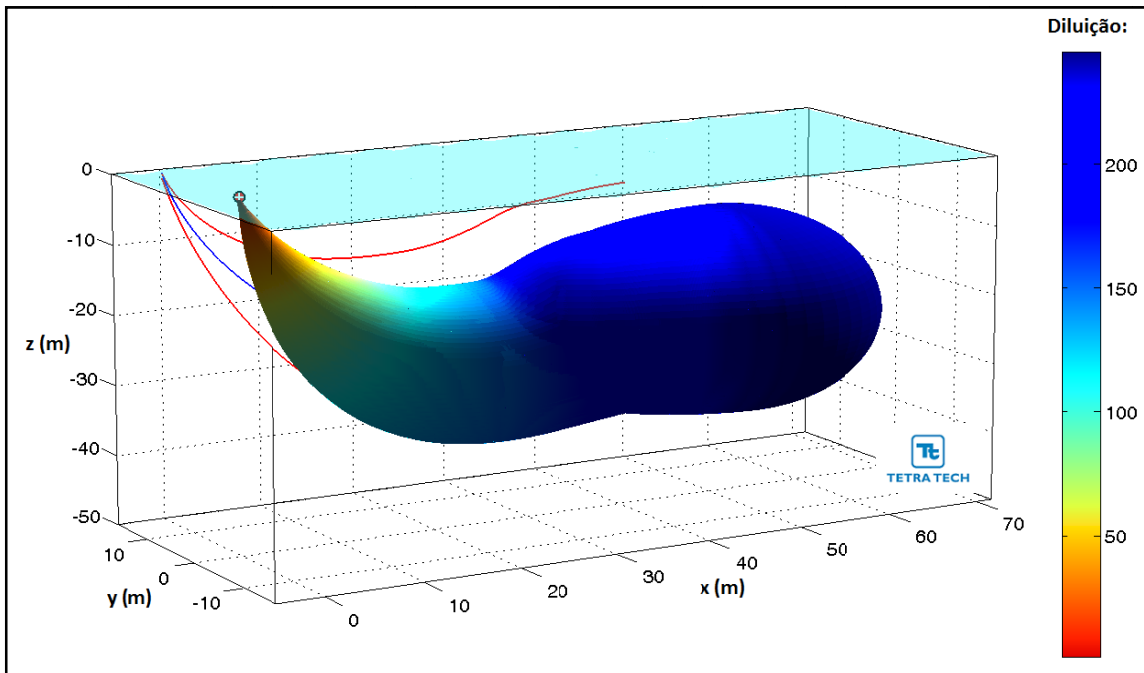
**Figura III-131** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno.



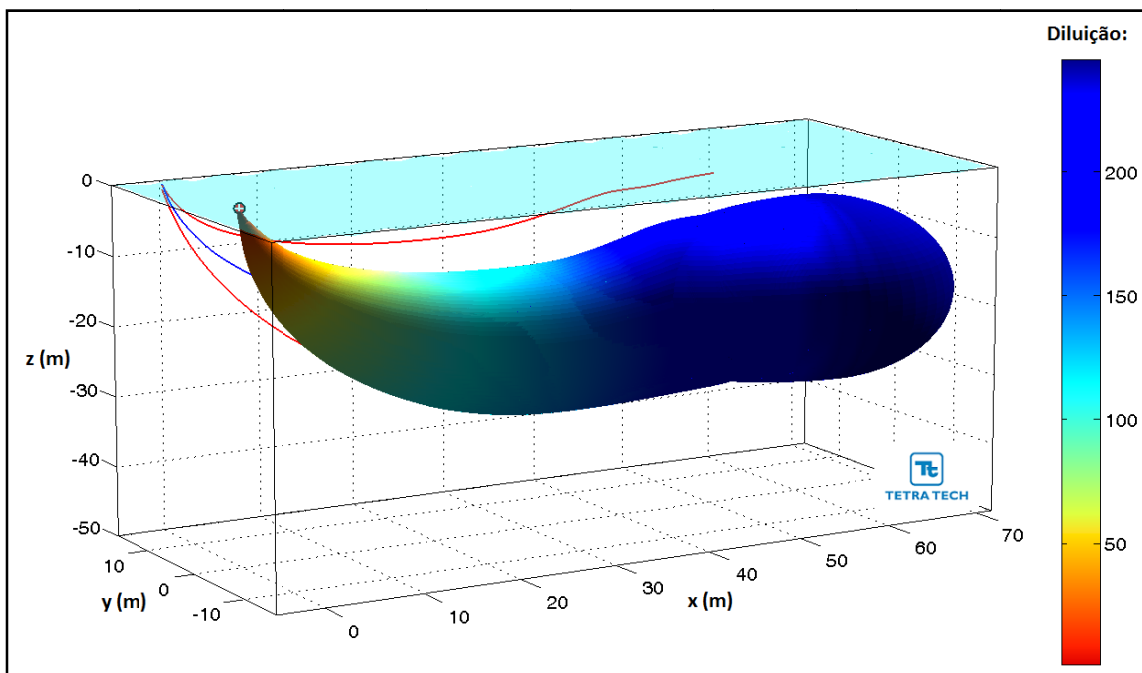


**Figura III-132 -** Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-133) e inverno (Figura III-134), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 21 metros, não atingindo a superfície.

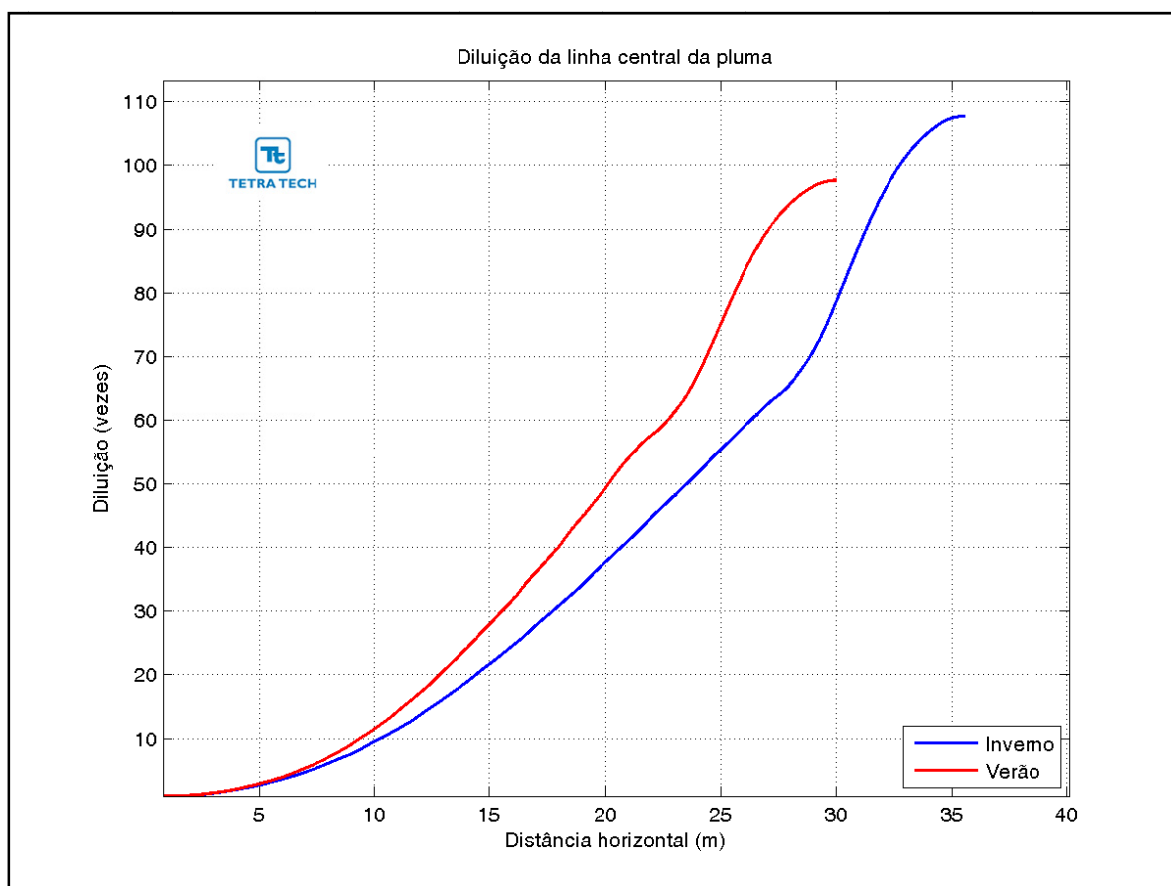


**Figura III-133** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, no período de verão.



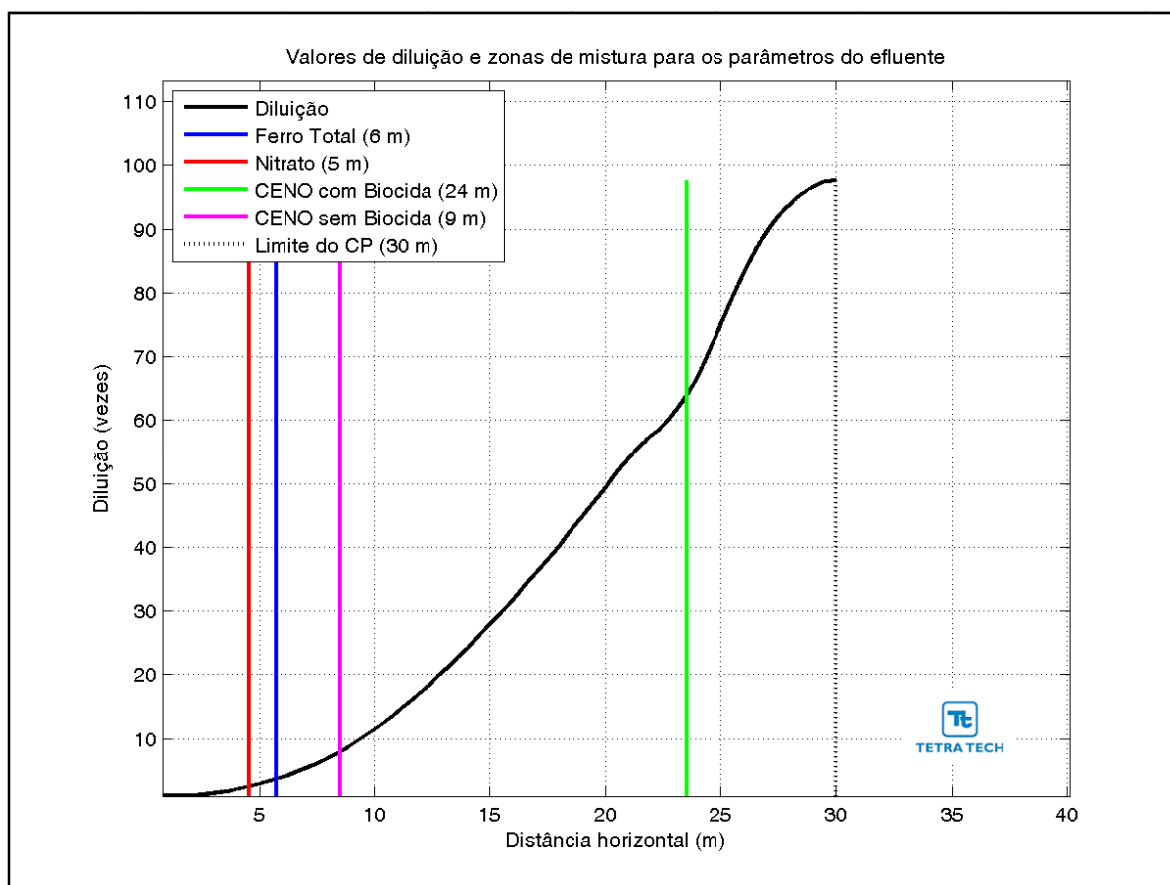
**Figura III-134** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Lula Extremo Sul, no período de inverno.

A Figura III-135 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

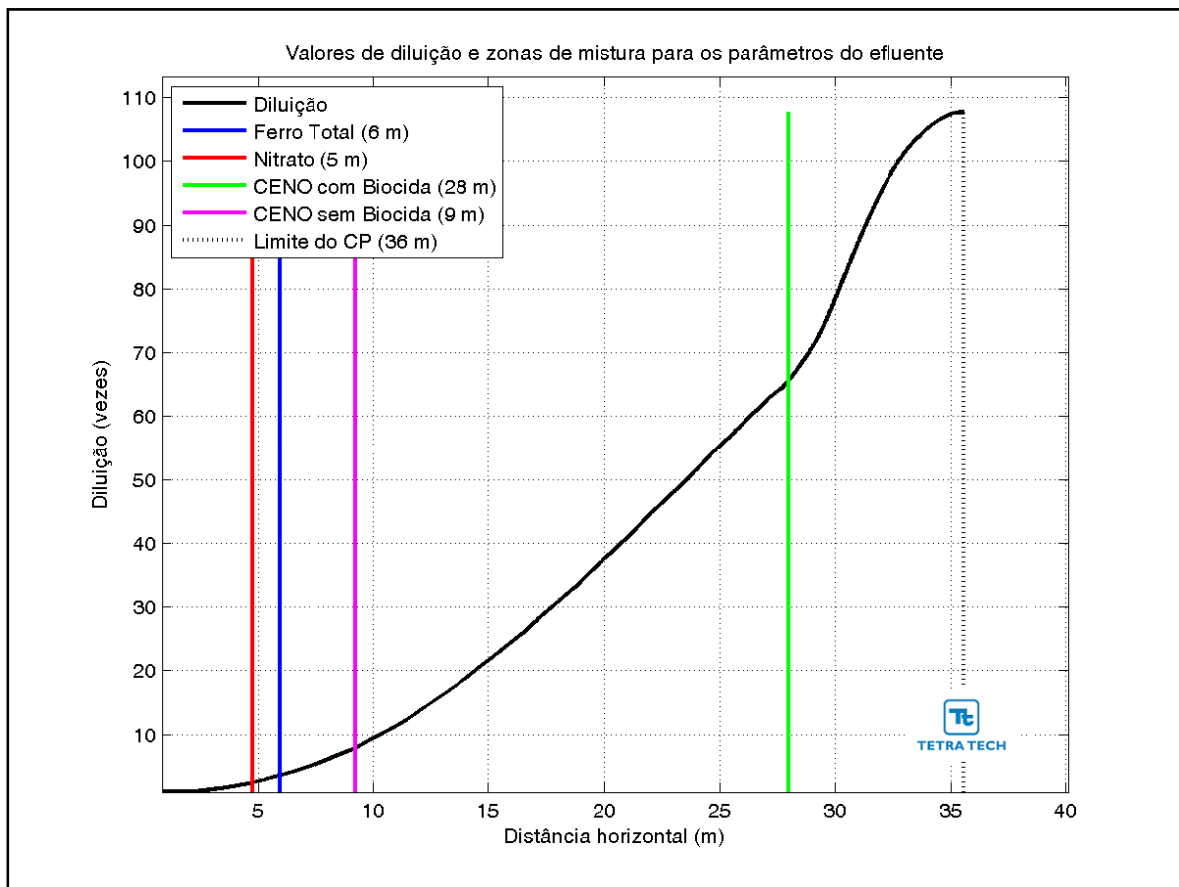


**Figura III-135 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno.**

Na Figura III-136 e na Figura III-137 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor verde, e ocorre a uma distância inferior a 28 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) ocorre numa distancia inferior a 9 m. O s demais parâmetros do efluente (i.e. ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância inferior a 6 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 30 m no verão para 36 m no inverno.

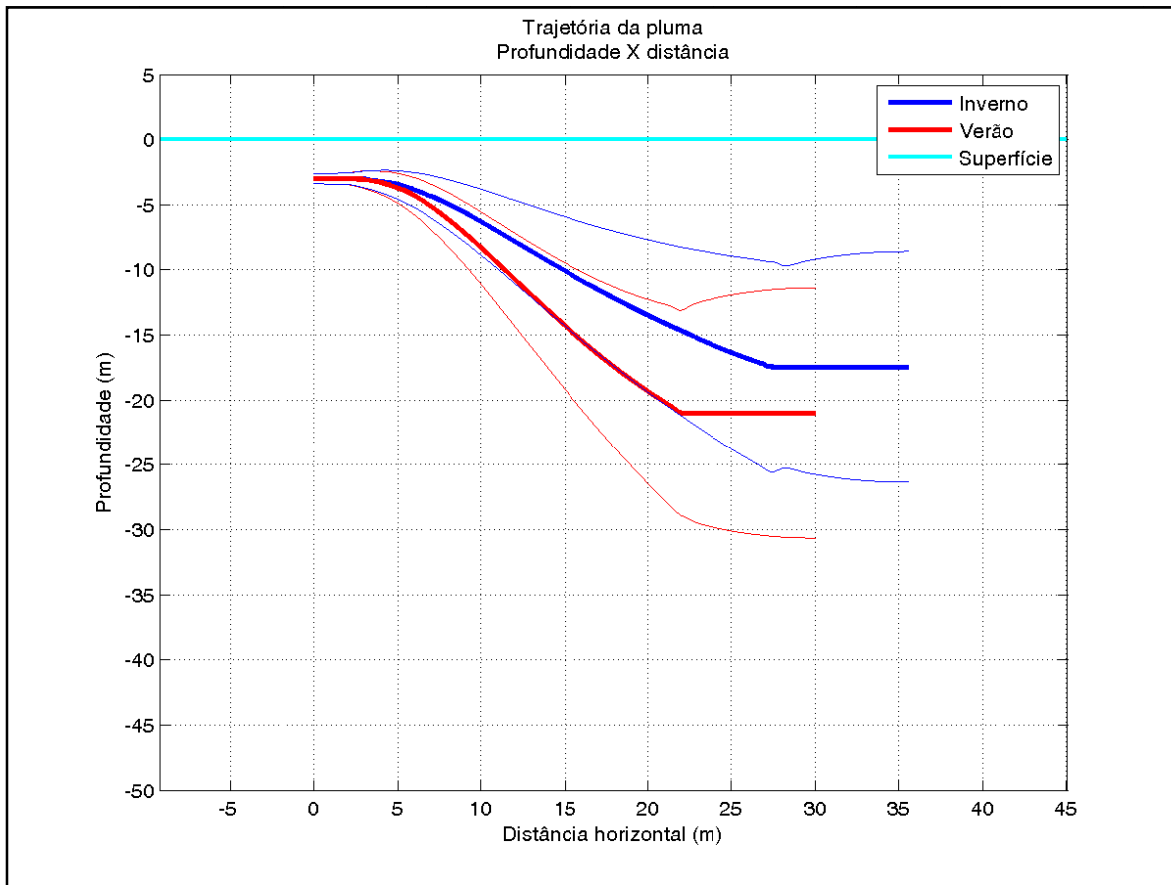


**Figura III-136** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

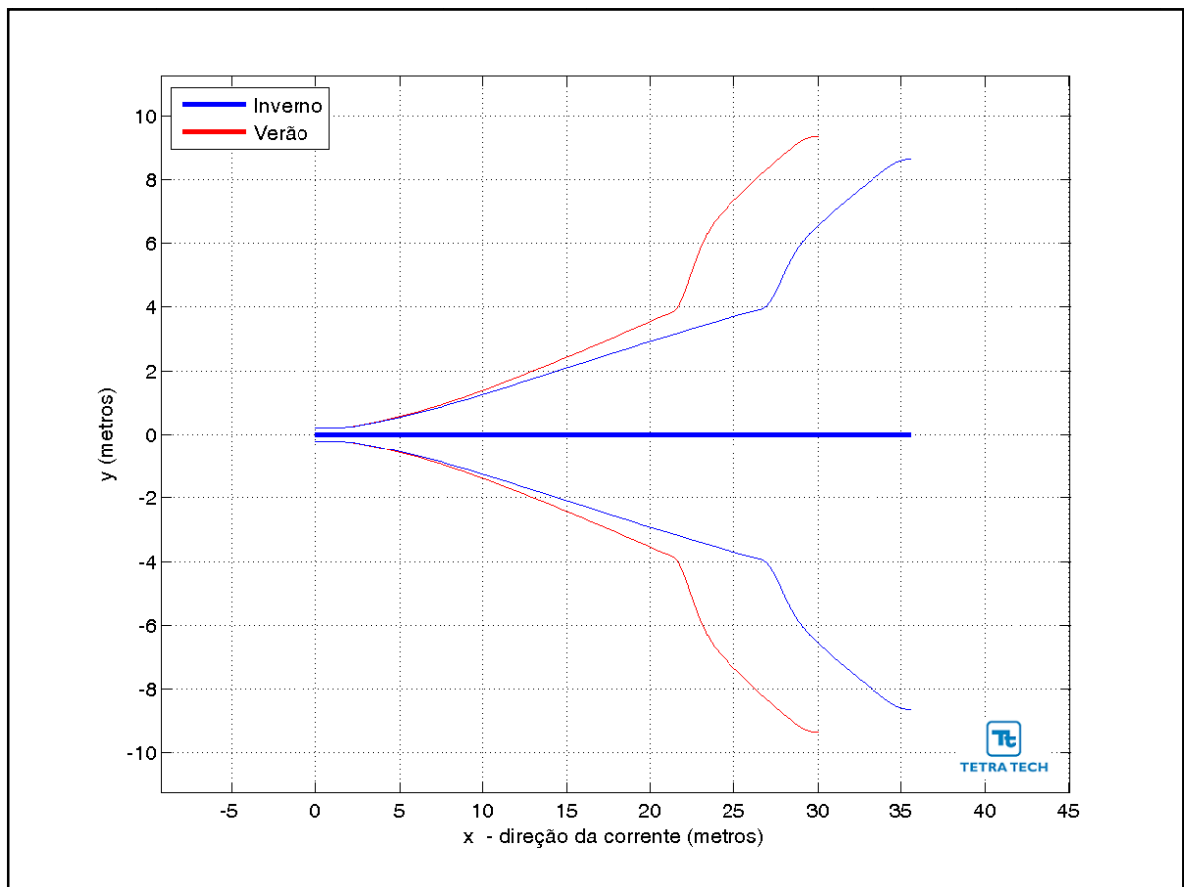


**Figura III-137** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-138 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 21 e 18 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-139 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

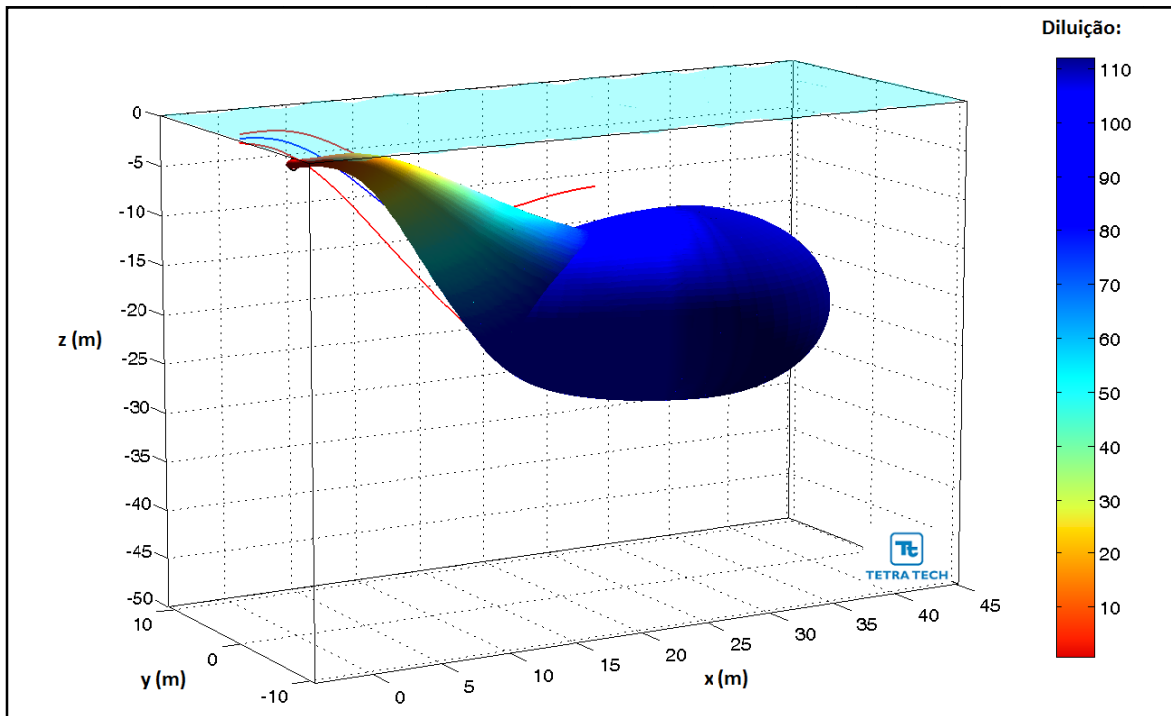


**Figura III-138** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno.

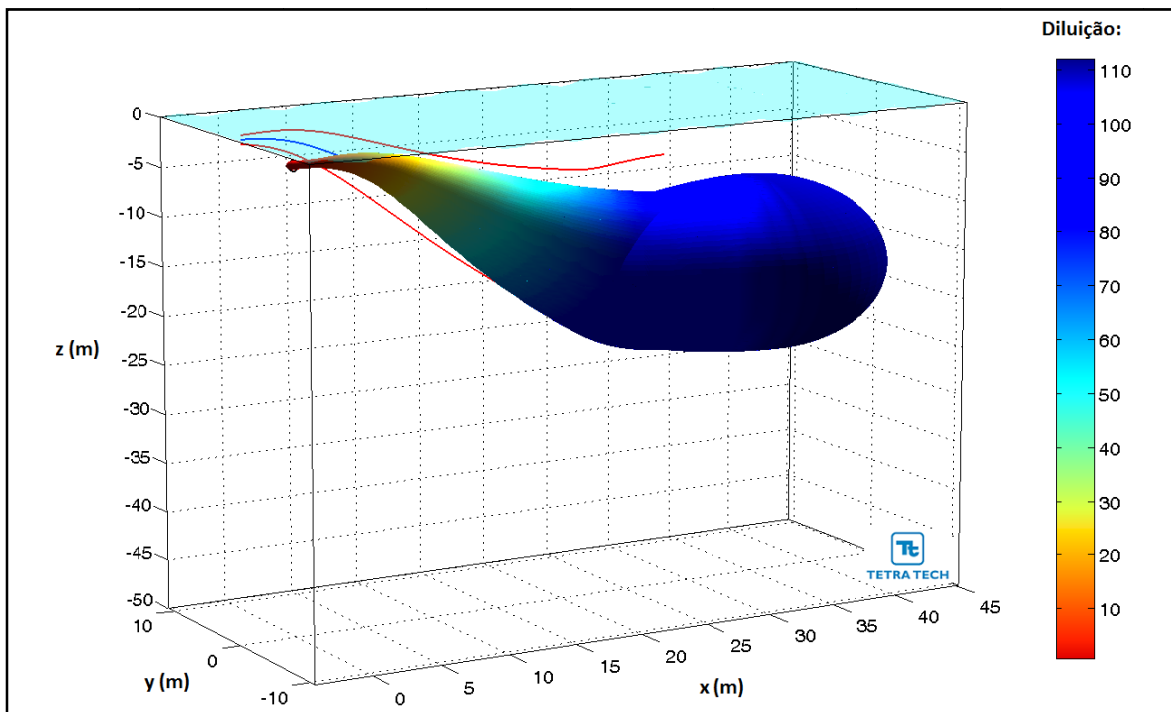


**Figura III-139** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-140) e inverno (Figura III-141), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 17 metros, não atingindo a superfície.



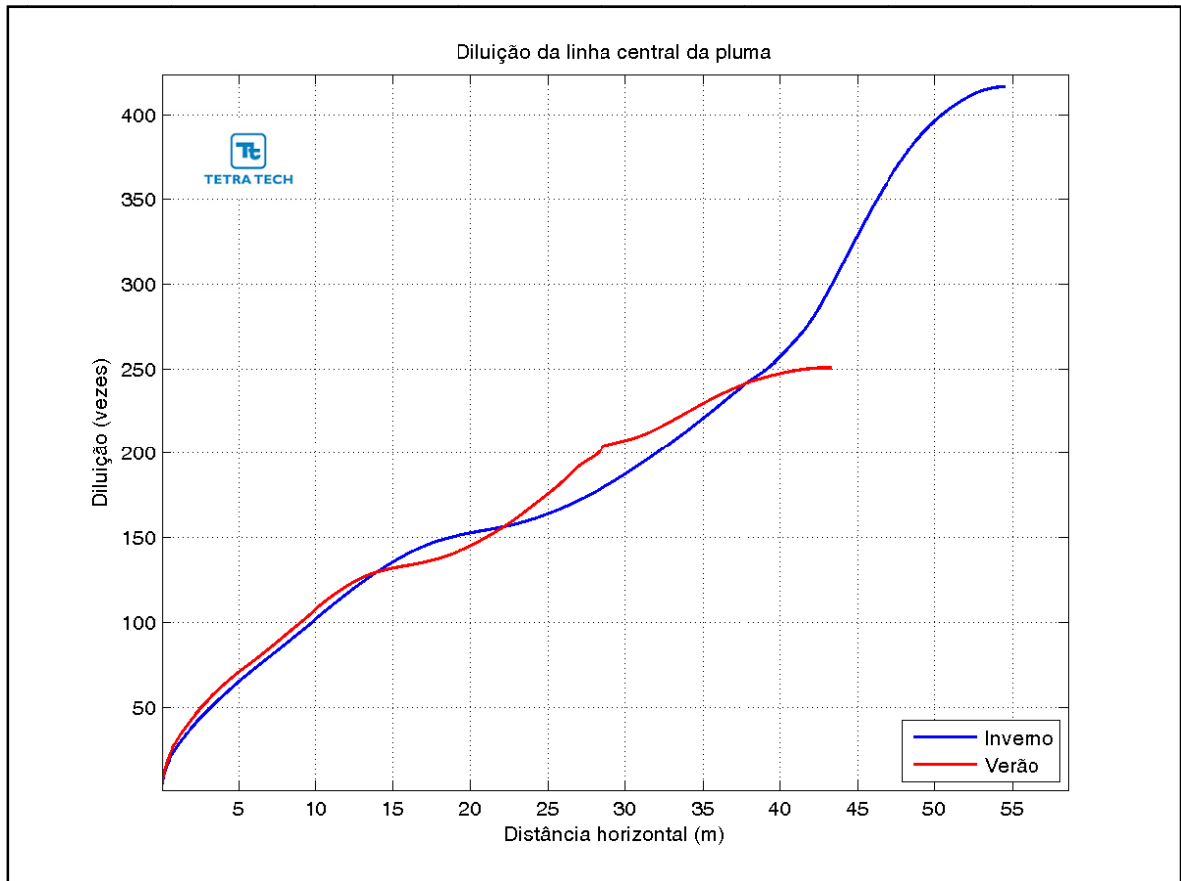
**Figura III-140** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, no período de verão.



**Figura III-141** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Lula Extremo Sul, no período de inverno.

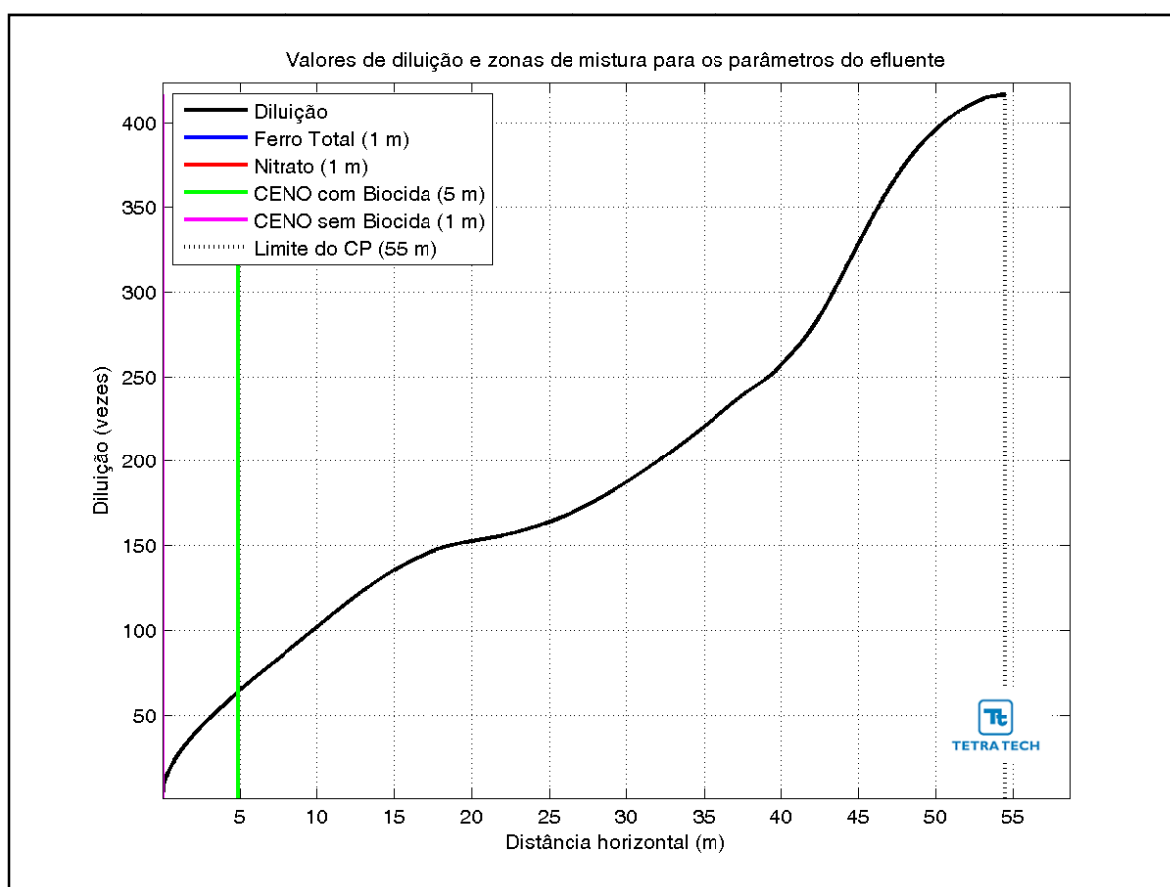


A Figura III-142 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

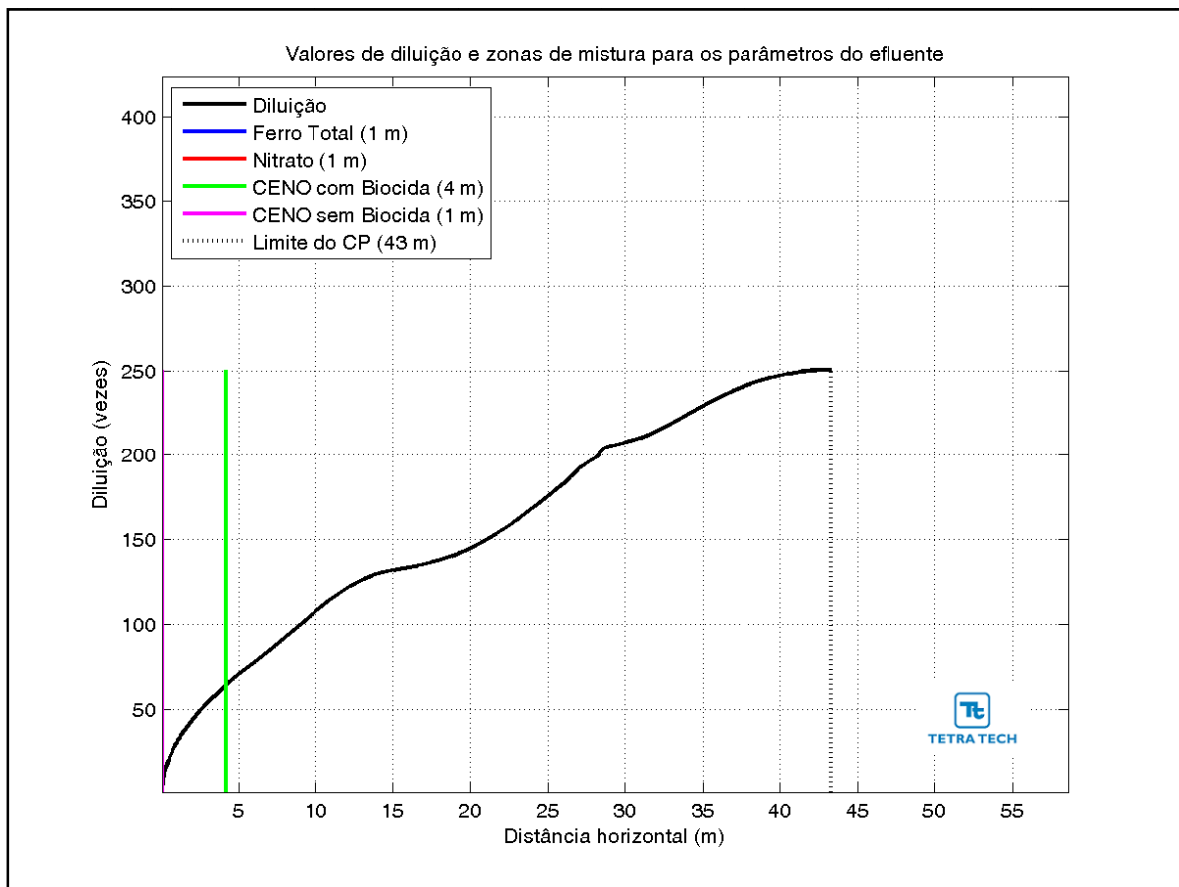


**Figura III-142** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-143 e na Figura III-144 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor verde, e ocorre a uma distância inferior a 5 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 55 m no verão para 43 m no inverno.

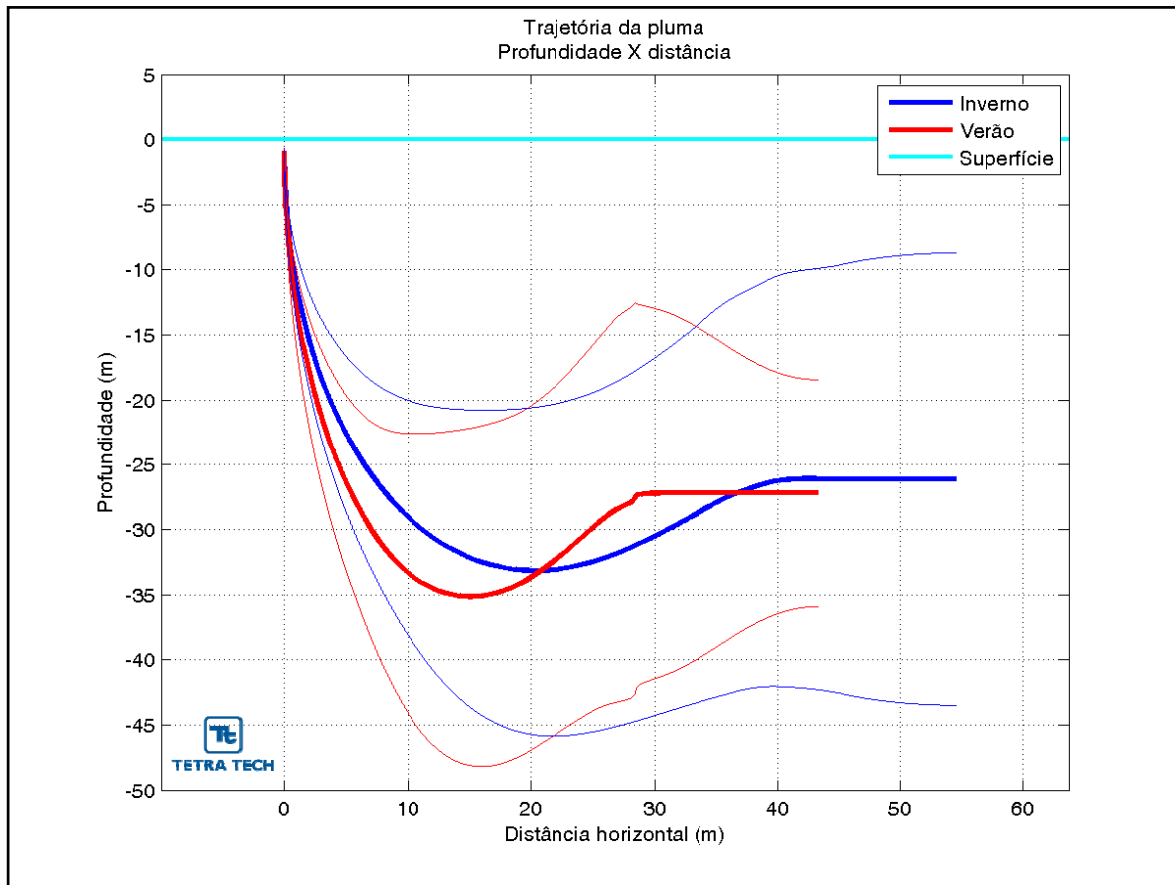


**Figura III-143** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

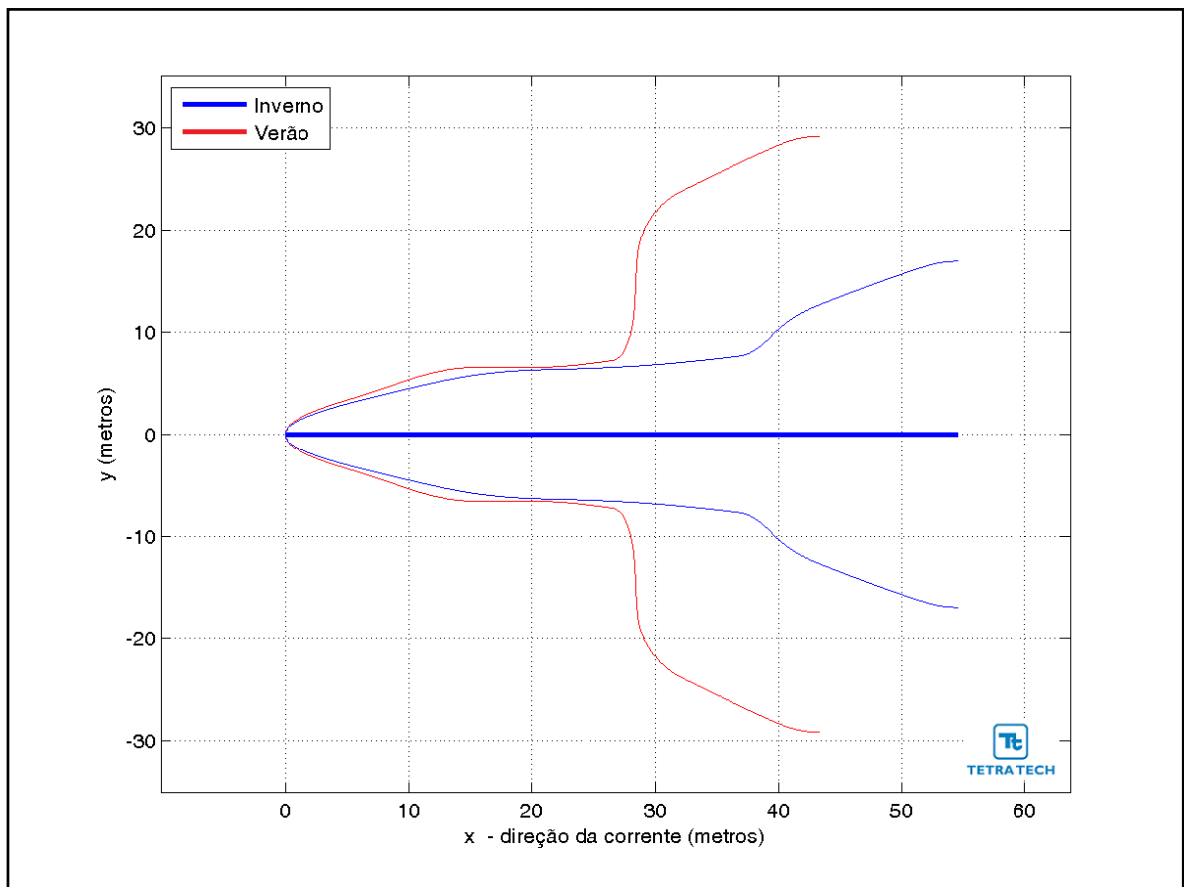


**Figura III-144** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-145 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 27 e 26 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-146 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

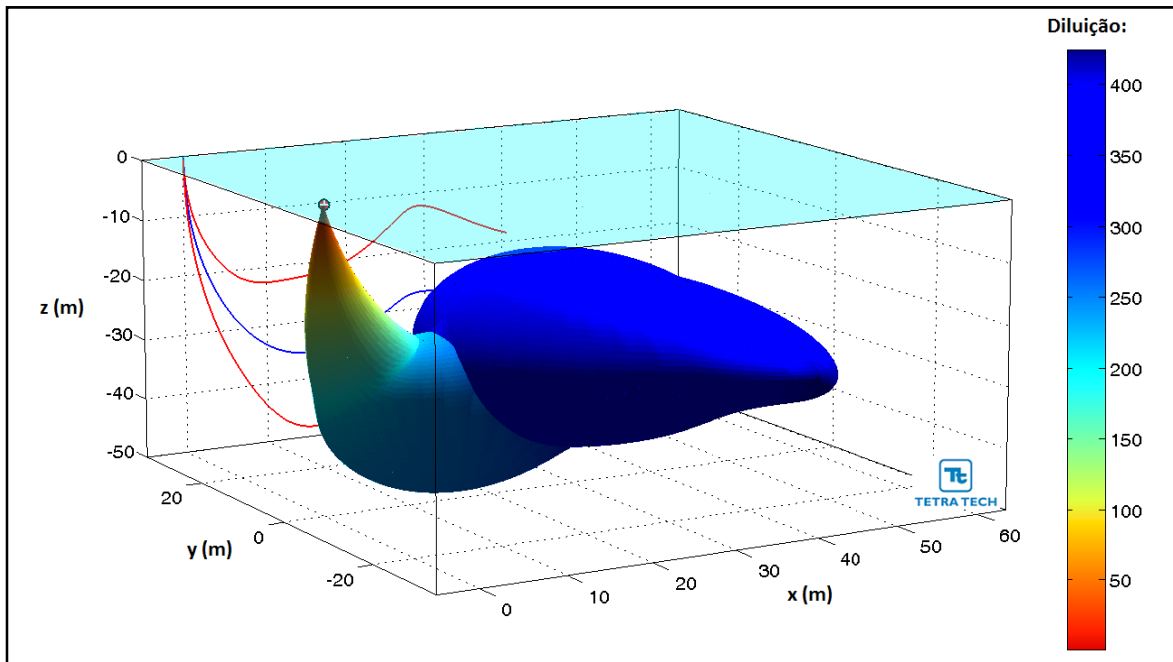


**Figura III-145 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno.**

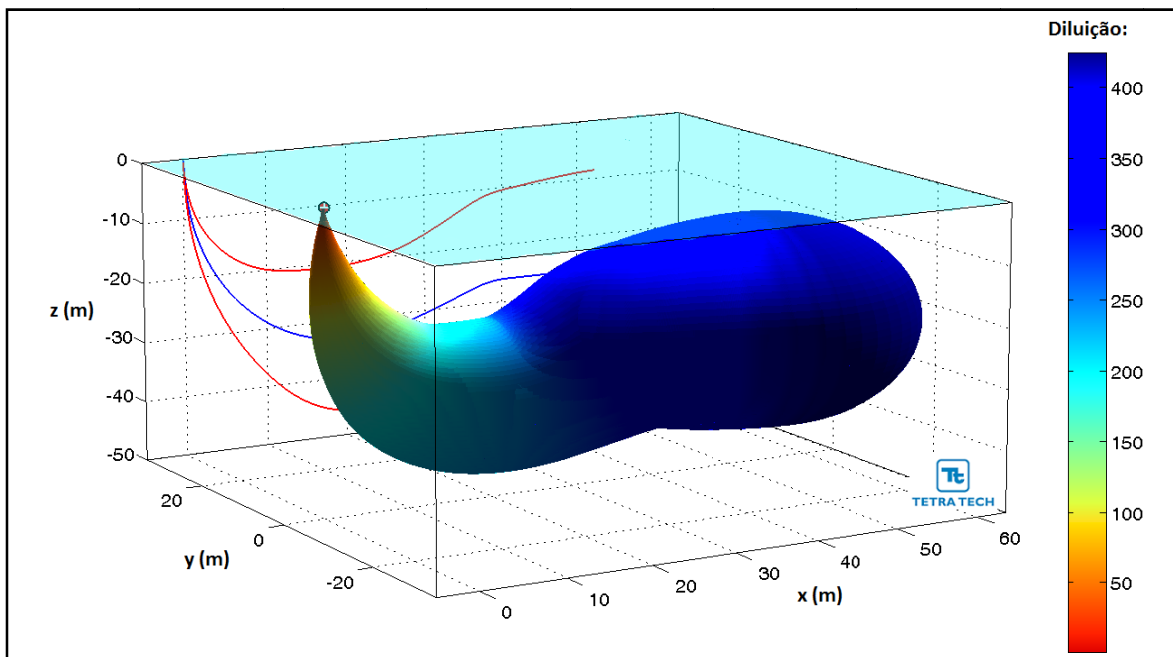


**Figura III-146** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-147) e inverno (Figura III-148), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 25 metros, não atingindo a superfície.



**Figura III-147** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, no período de verão.



**Figura III-148** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Lula Extremo Sul, no período de inverno.

A Tabela III-54 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA nº 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.

**Tabela III-54 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Lula Extremo Sul, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPONENTES                                  | CONCENTRAÇÃO NO PONTO DE DESCARTE (mg/L) | LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 ART. 18 (mg/L) | DILUIÇÃO MÍNIMA PARA ENQUADRAMENTO (vezes) | CONCENTRAÇÃO NO CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|--|--|---|--|--------------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
|  |  |   |  | Opção 01                             |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|  |  |   |  | Verão                                | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0                                      | 1,0   | -  | 0,004                                | 0,006   | 0,010    | 0,009   | 0,004    | 0,002   |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0                                    | -   | -  | 1,778                                | 2,311   | 4,118    | 3,732   | 1,610    | 0,966   |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0                                  | -   | -  | 5,913                                | 7,684   | 13,692   | 12,408  | 5,353    | 3,210   |
| Cloro (Cl <sup>-</sup> )                     | 29.185,0                                 | -   | -  | 127,836                              | 166,107 | 295,994  | 268,244 | 115,722  | 69,405  |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0                                     | -   | -  | 0,123                                | 0,159   | 0,284    | 0,257   | 0,111    | 0,067   |
| Ferro total                                  | 1,0                                      | 0,3   | 3,3  | 0,004                                | 0,006   | 0,010    | 0,009   | 0,004    | 0,002   |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0                                  | -   | -  | 24,004                               | 31,190  | 55,578   | 50,368  | 21,729   | 13,032  |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0                                      | 0,4   | 2,5  | 0,004                                | 0,006   | 0,010    | 0,009   | 0,004    | 0,002   |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0                                    | -   | -  | 2,278                                | 2,960   | 5,274    | 4,779   | 2,062    | 1,237   |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0                                 | -   | -  | 61,187                               | 79,505  | 141,673  | 128,392 | 55,389   | 33,220  |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0                                 | -   | -  | 57,753                               | 75,043  | 133,722  | 121,186 | 52,280   | 31,356  |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Extremo Sul, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias de, aproximadamente, 6 m do ponto de lançamento.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio também são suficientes para o enquadramento do efluente. Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 9 m e 28 m do ponto de lançamento, respectivamente.

### III.1.5.8 Desenvolvimento da Produção de Sapinhoá Norte

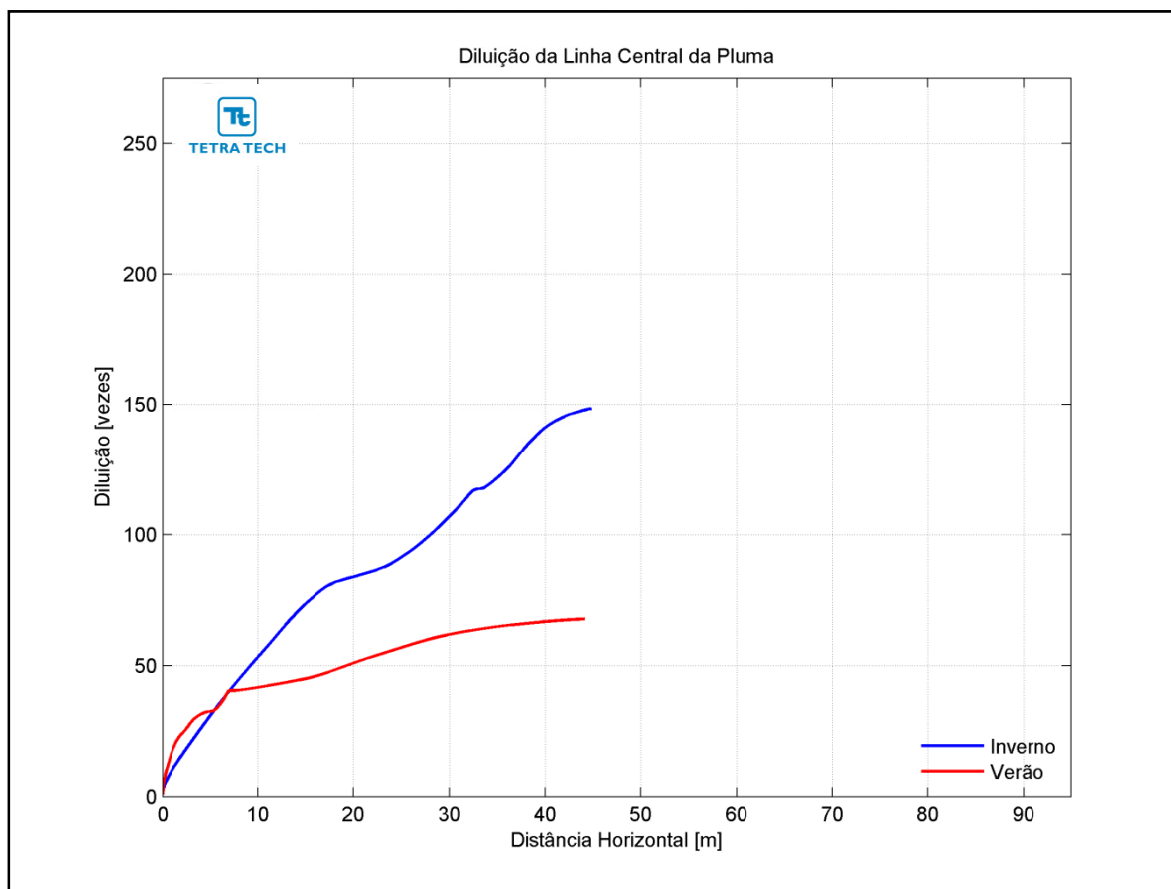
A Tabela III-55 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP de Sapinhoá Norte. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-55 - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Sapinhoá Norte.**

| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 67,9     | 148,5   | 69,6     | 60,8    | 173,1    | 250,5   |
| Espessura final da pluma (m)       | 2,5      | 6,8     | 2,6      | 5,2     | 2,7      | 7,8     |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 44,4     | 44,9    | 58,5     | 29,5    | 91,9     | 44,9    |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 19,9     | 25,9    | 18,5     | 20,7    | 19,4     | 28,4    |

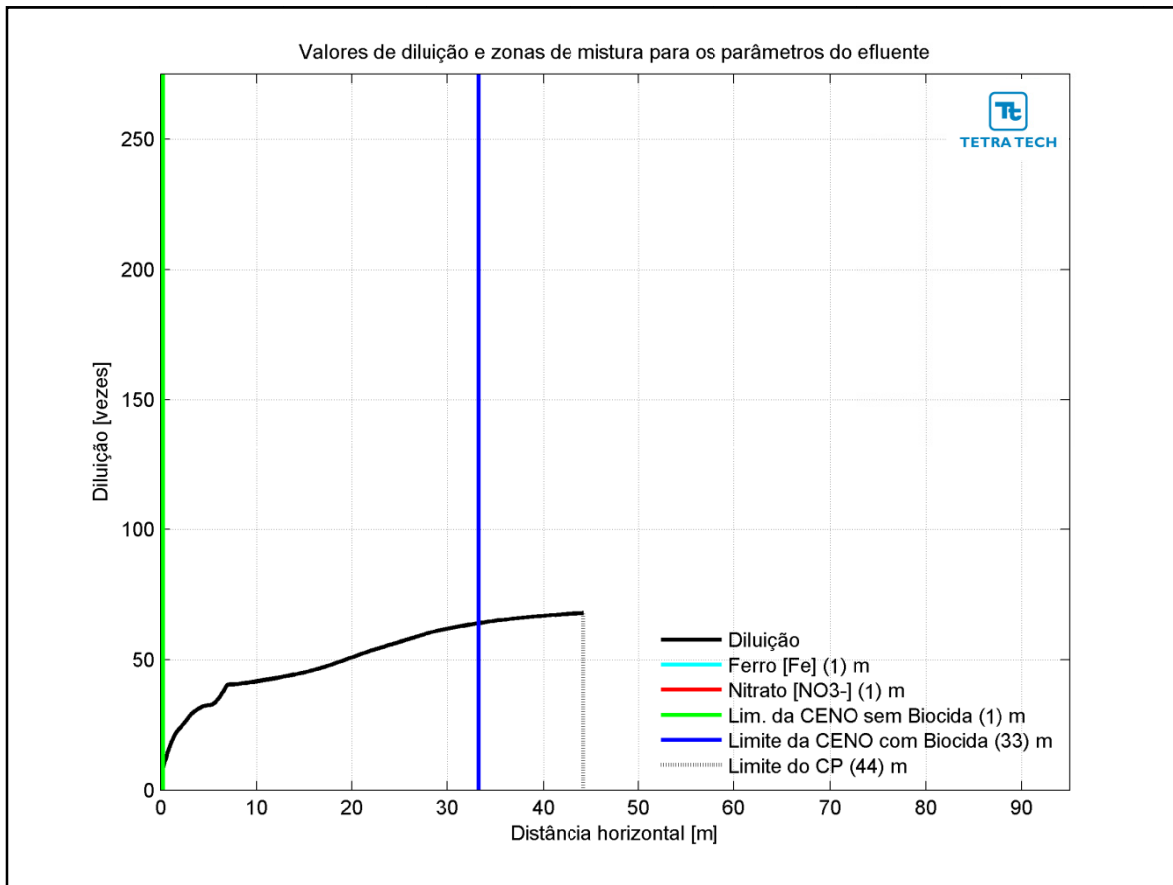
A Figura III-149 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.



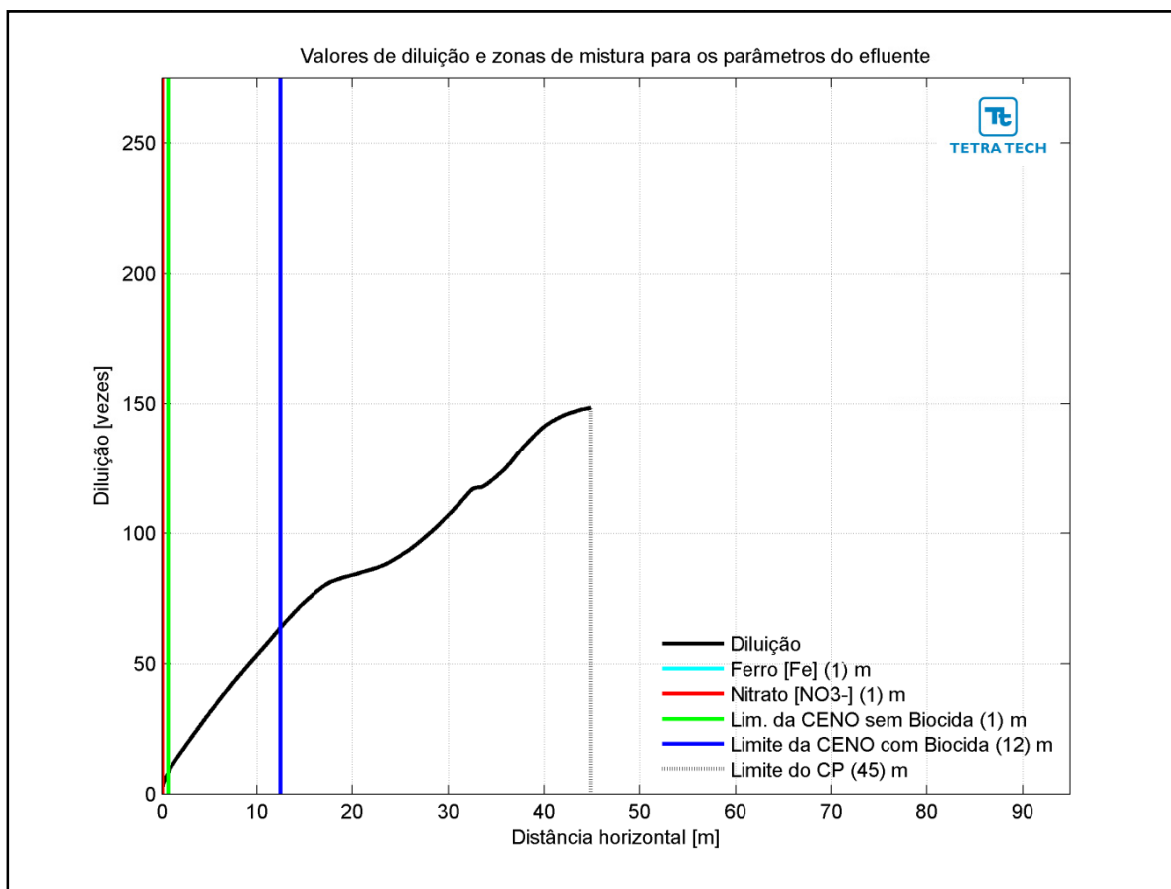


**Figura III-149** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-150 e na Figura III-151 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 33 m no verão e 12 m no inverno. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 44 m no verão para 45 m no inverno.

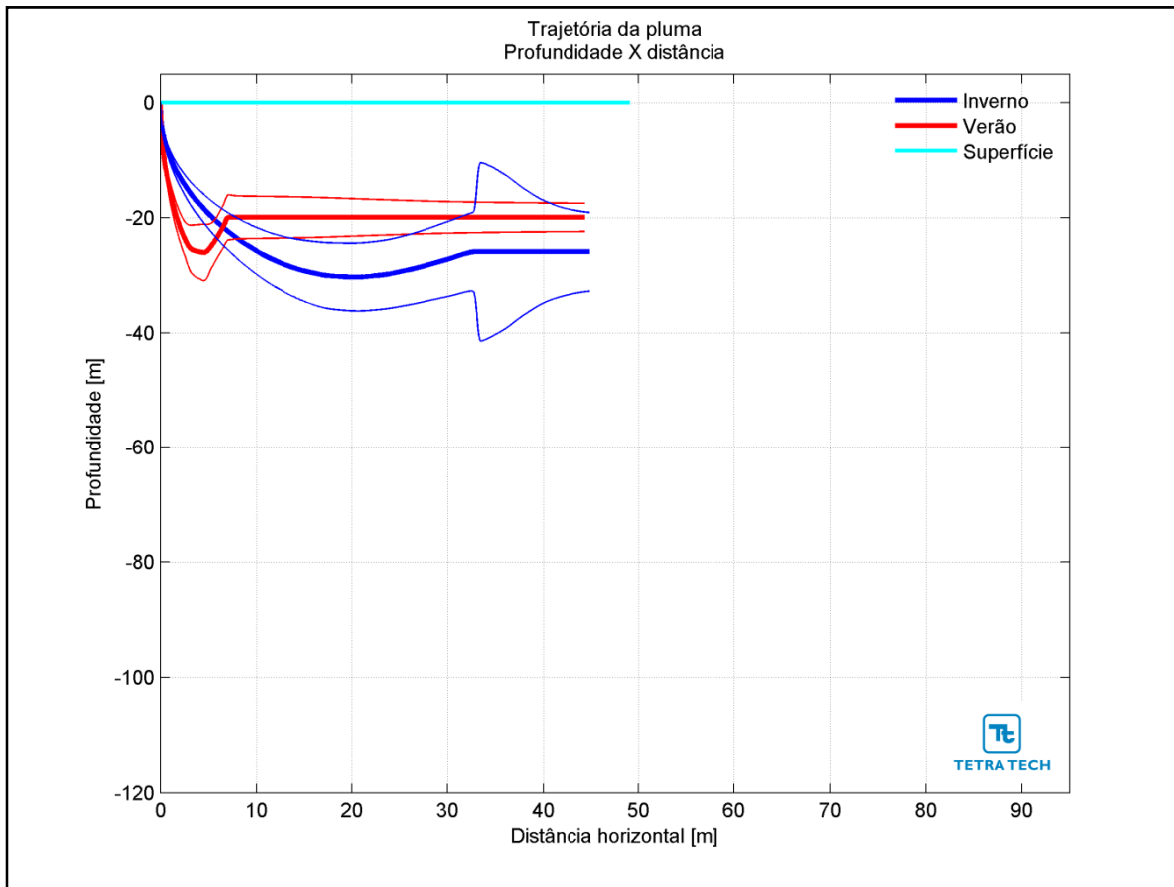


**Figura III-150** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com legislação ambiental.

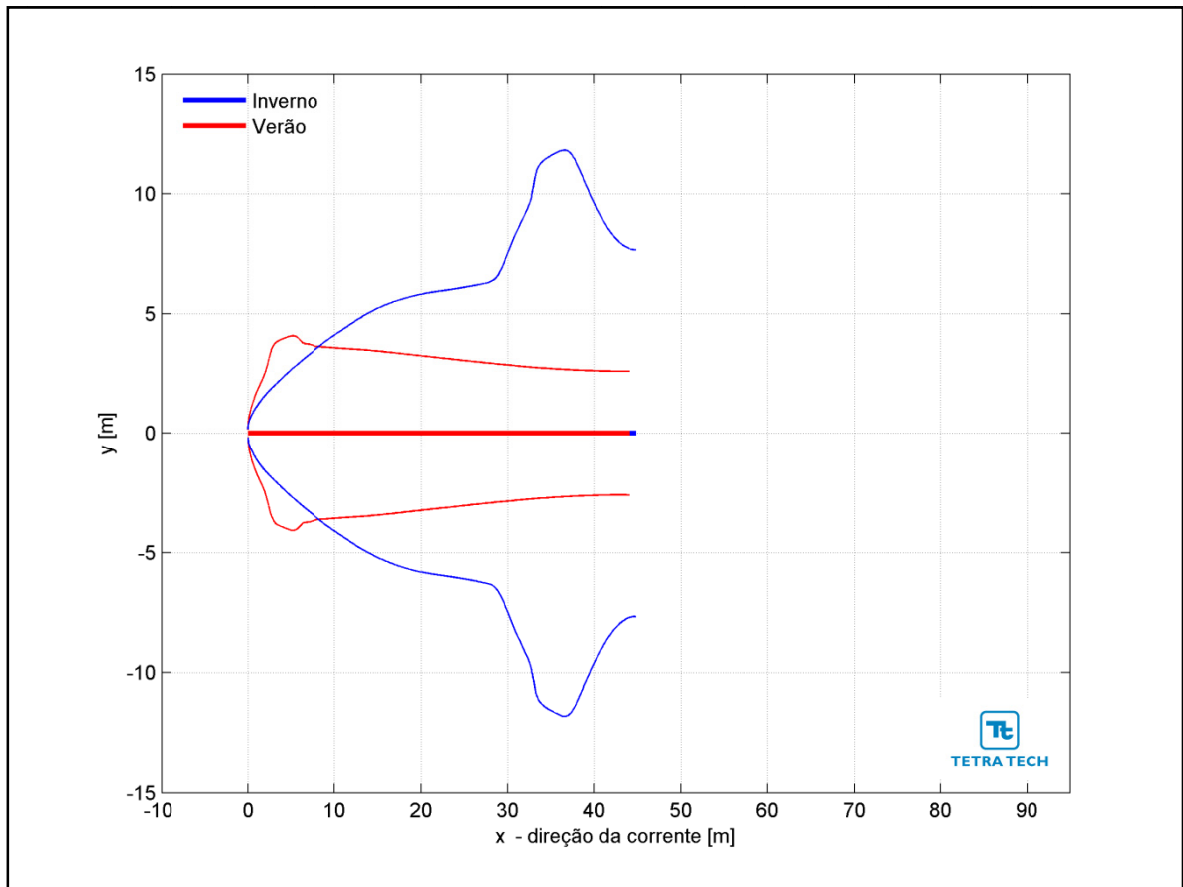


**Figura III-151** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-152 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 20 e 26 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-153 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

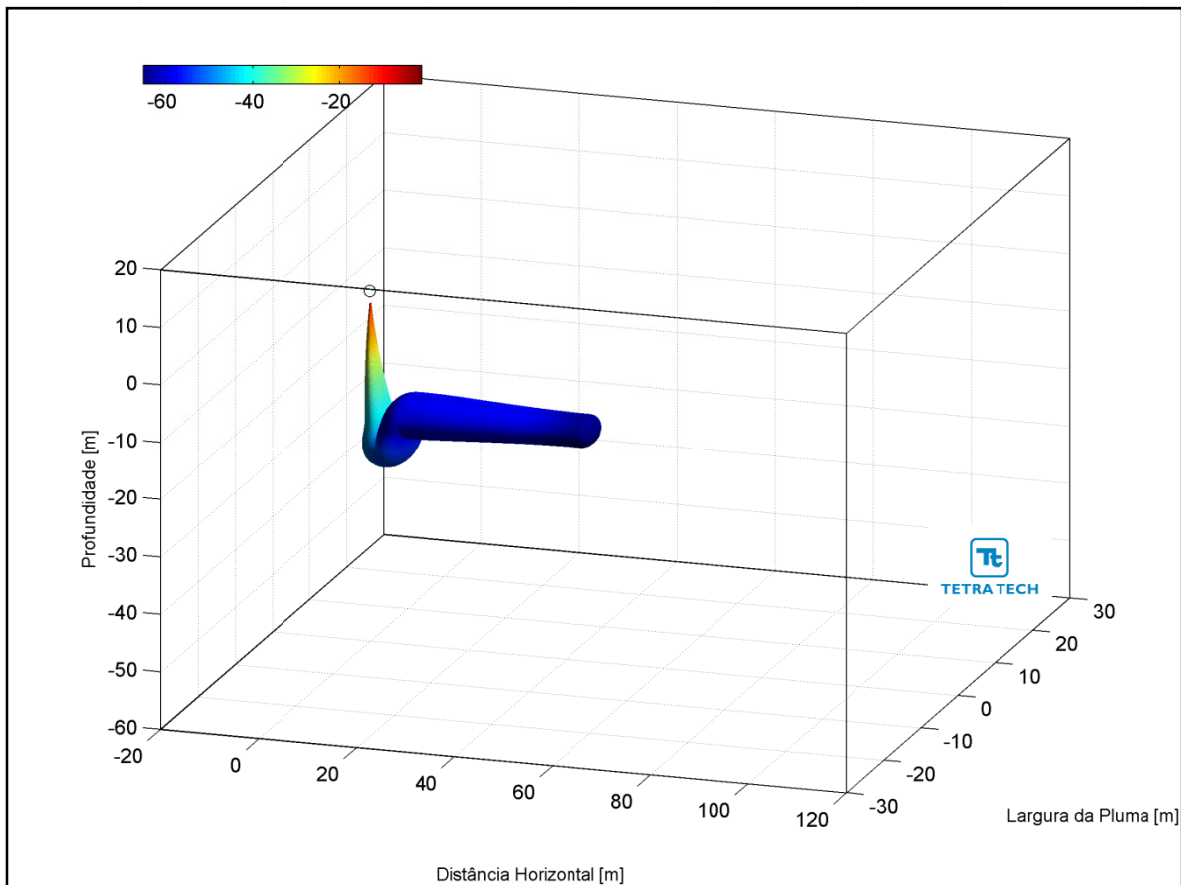


**Figura III-152** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno.

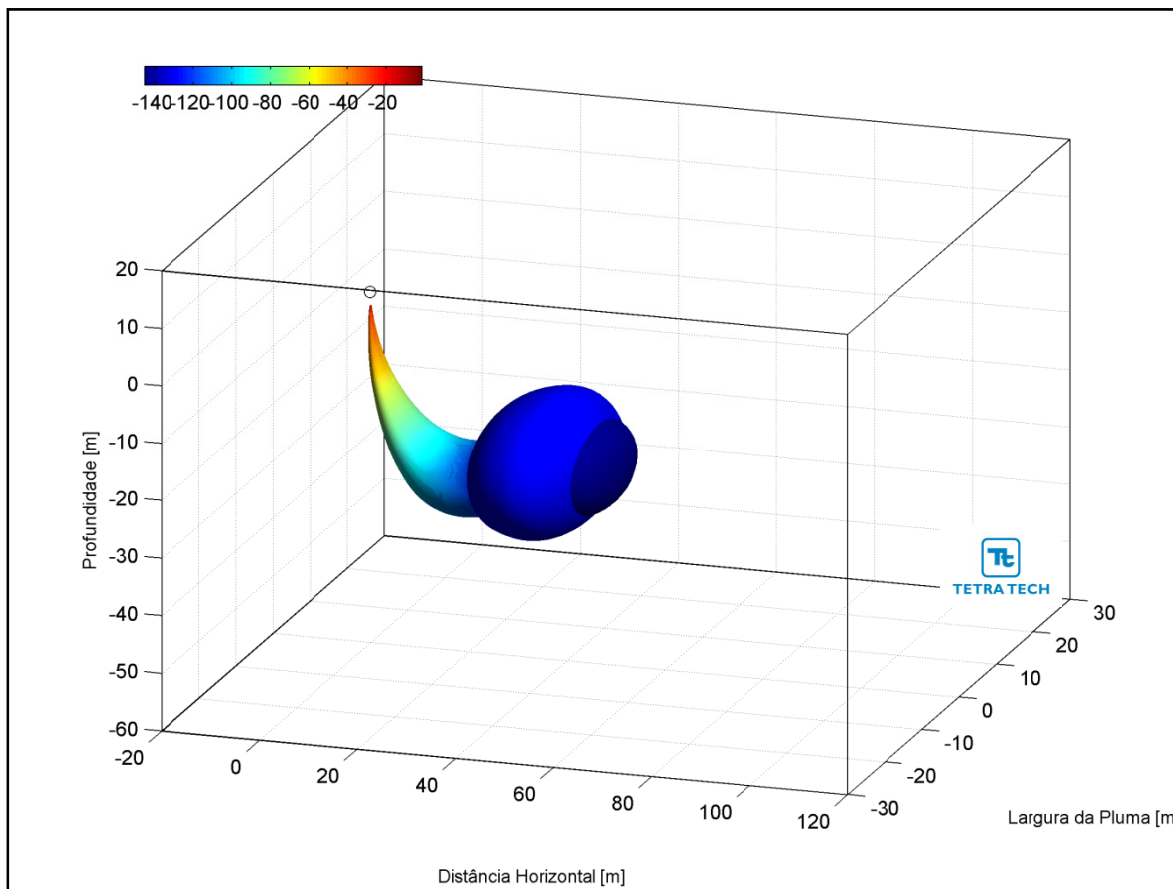


**Figura III-153** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-154) e inverno (Figura III-155), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade de 20 m no verão e 26 m no inverno, não atingindo a superfície.

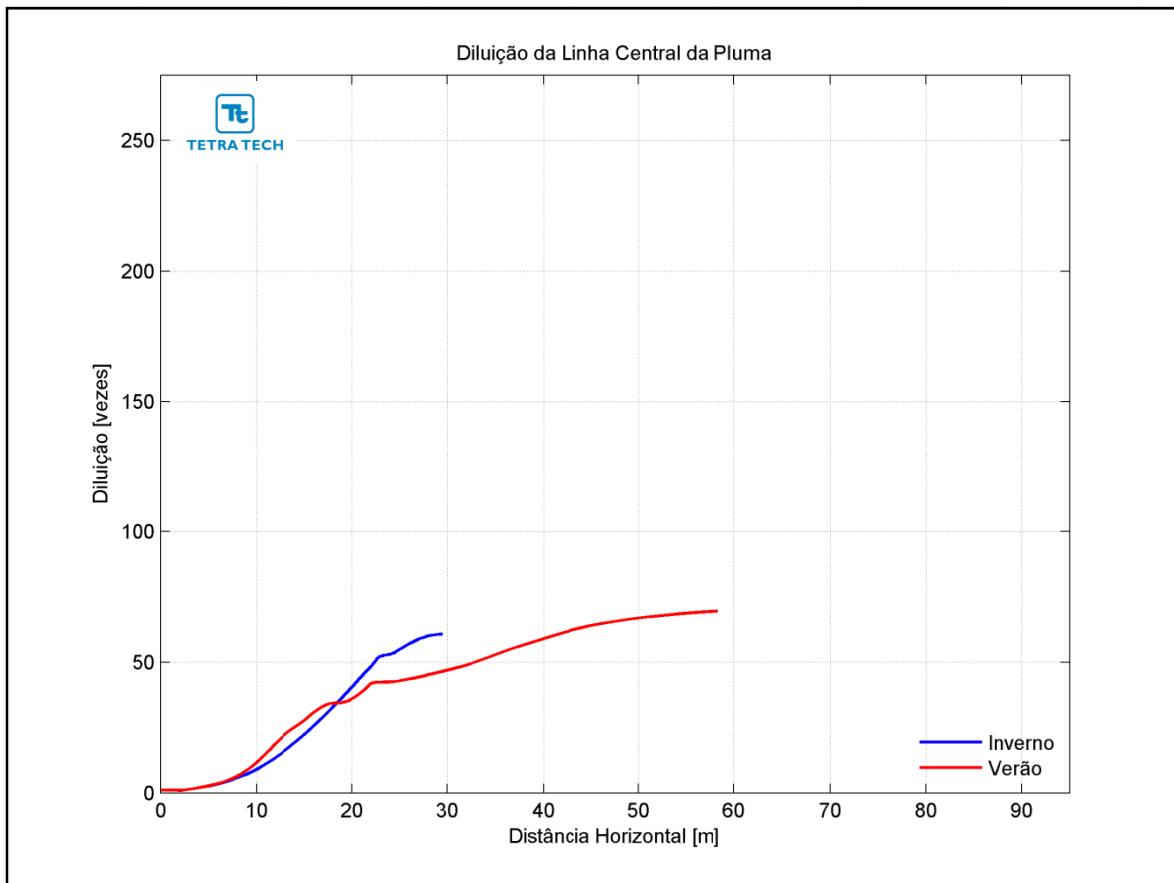


**Figura III-154** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, no período de verão.



**Figura III-155** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno.

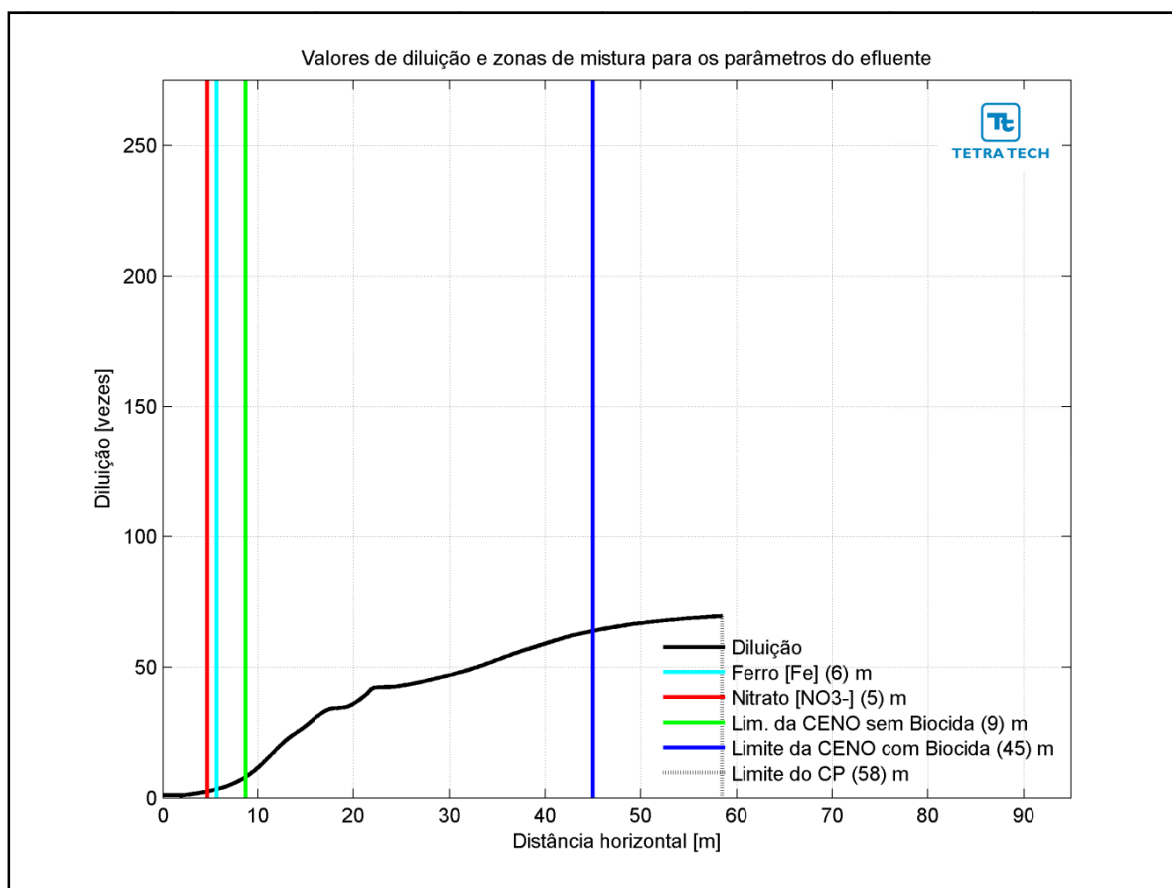
A Figura III-156 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.



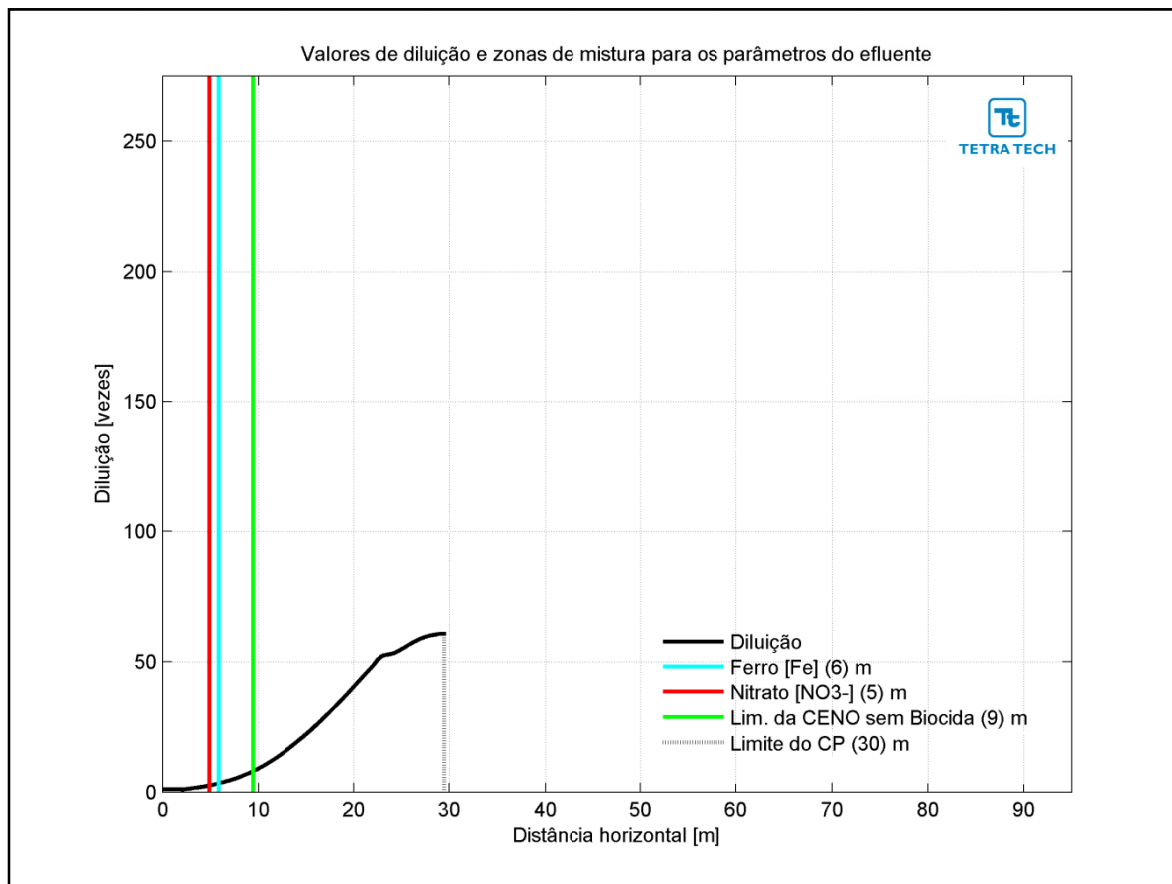
**Figura III-156 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno.**



Na Figura III-157 e na Figura III-158 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul e só há o enquadramento na legislação no período de verão, a cerca de 45 m do ponto de lançamento. A posição da CENO sem biocida é indicada pela linha verde, e seu enquadramento ocorre a uma distância de 9 m. Para os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) as posições de enquadramento são iguais ou inferiores a 6 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 58 m no verão para 30 m no inverno.

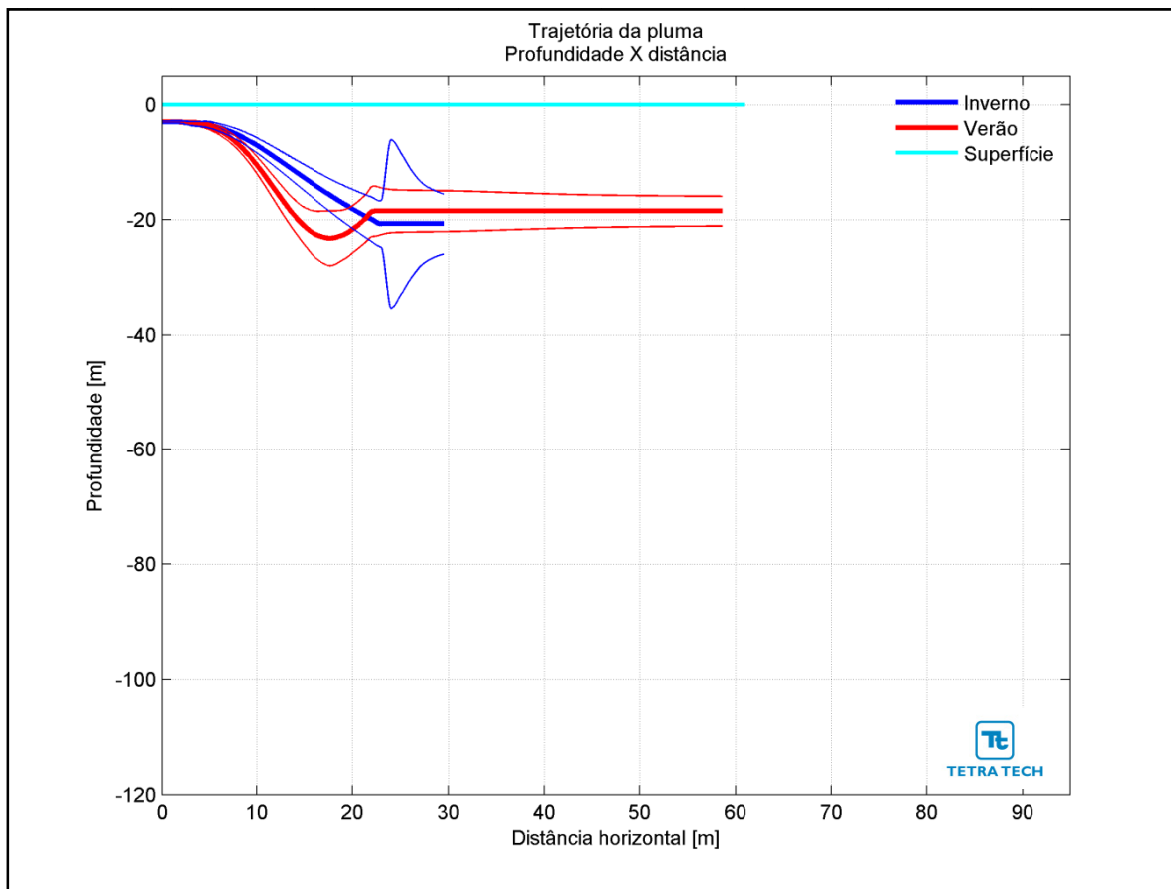


**Figura III-157** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

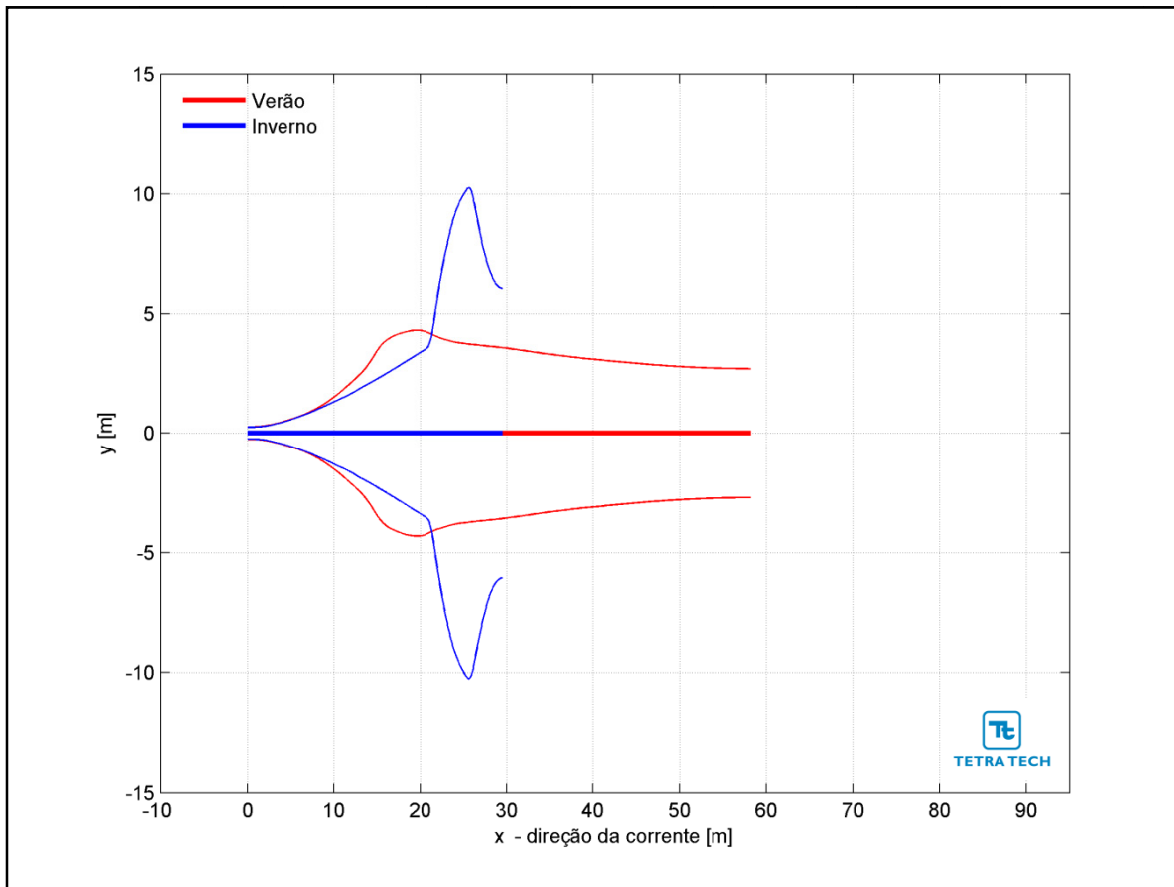


**Figura III-158** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-159 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 18 e 21 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-160 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

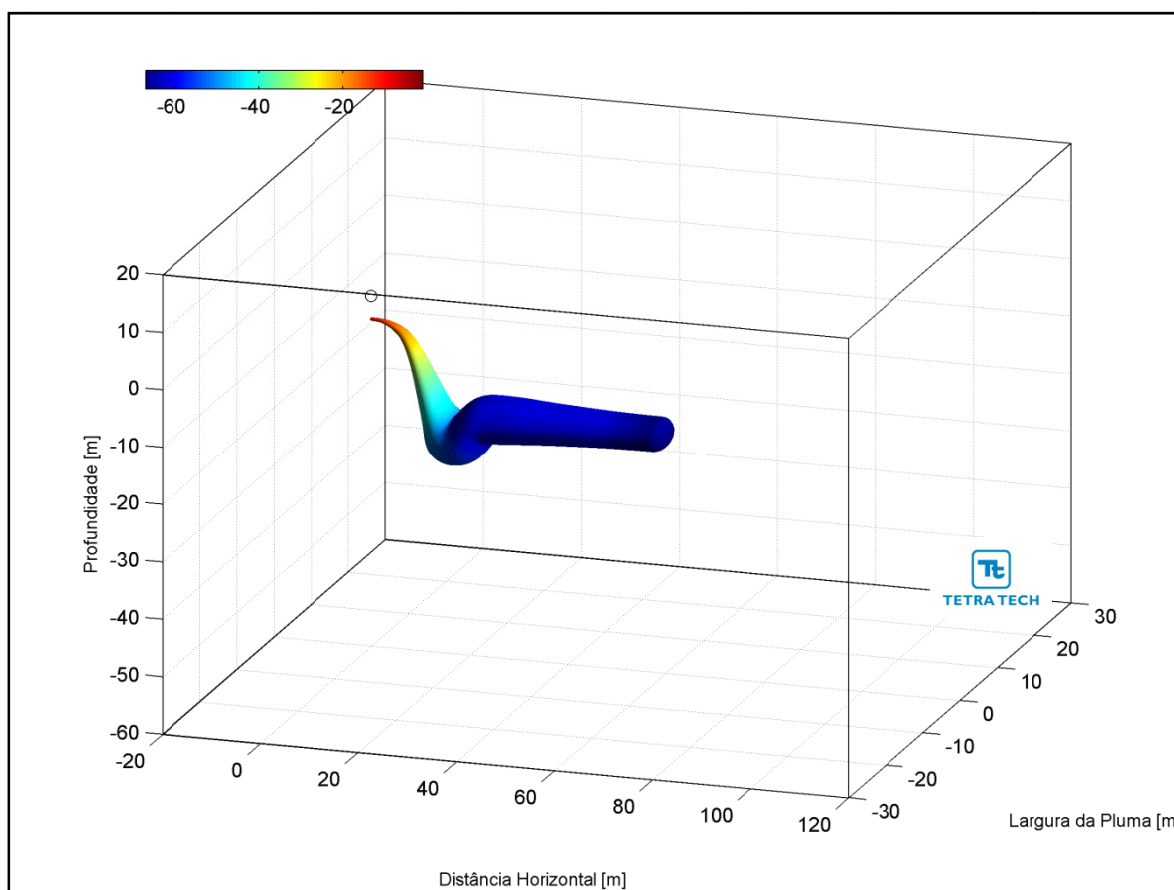


**Figura III-159** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno.

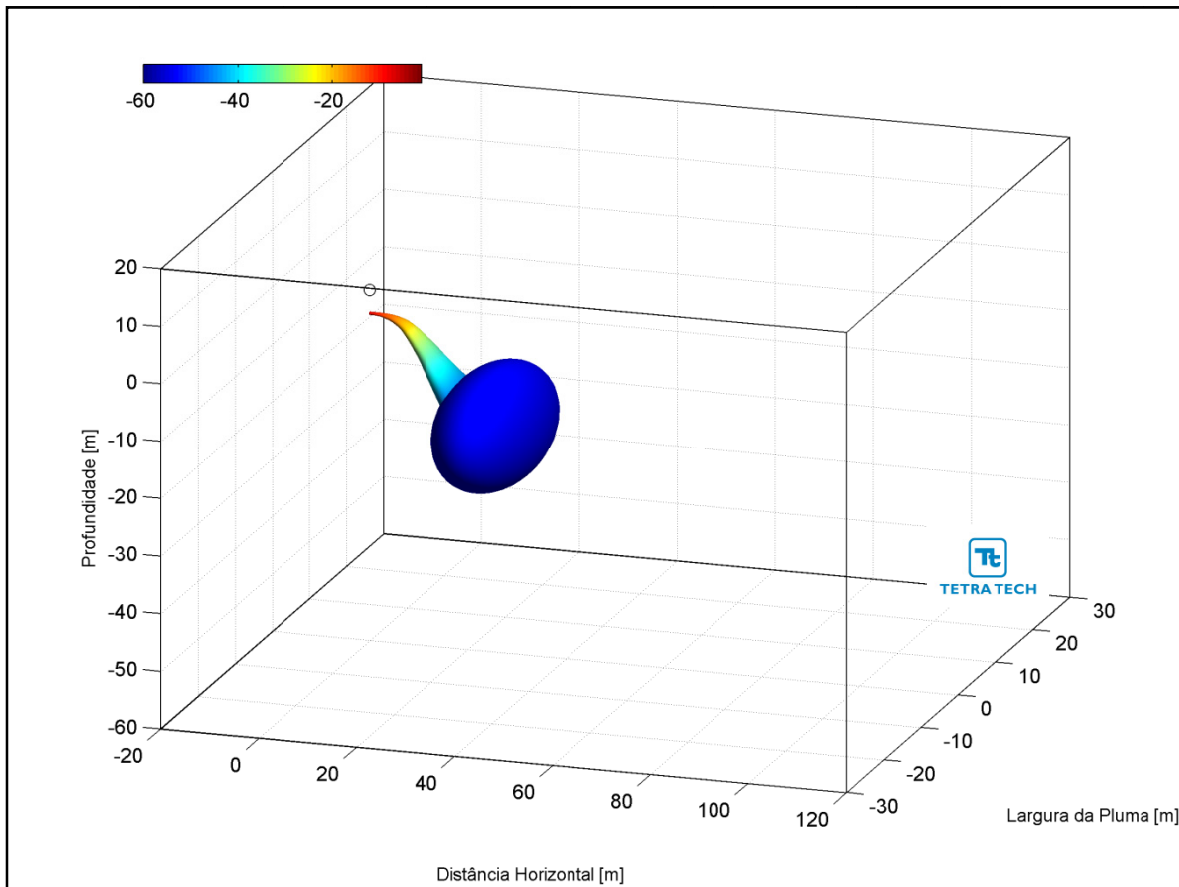


**Figura III-160** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-161) e inverno (Figura III-162), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade superior a 18 metros, não atingindo a superfície.

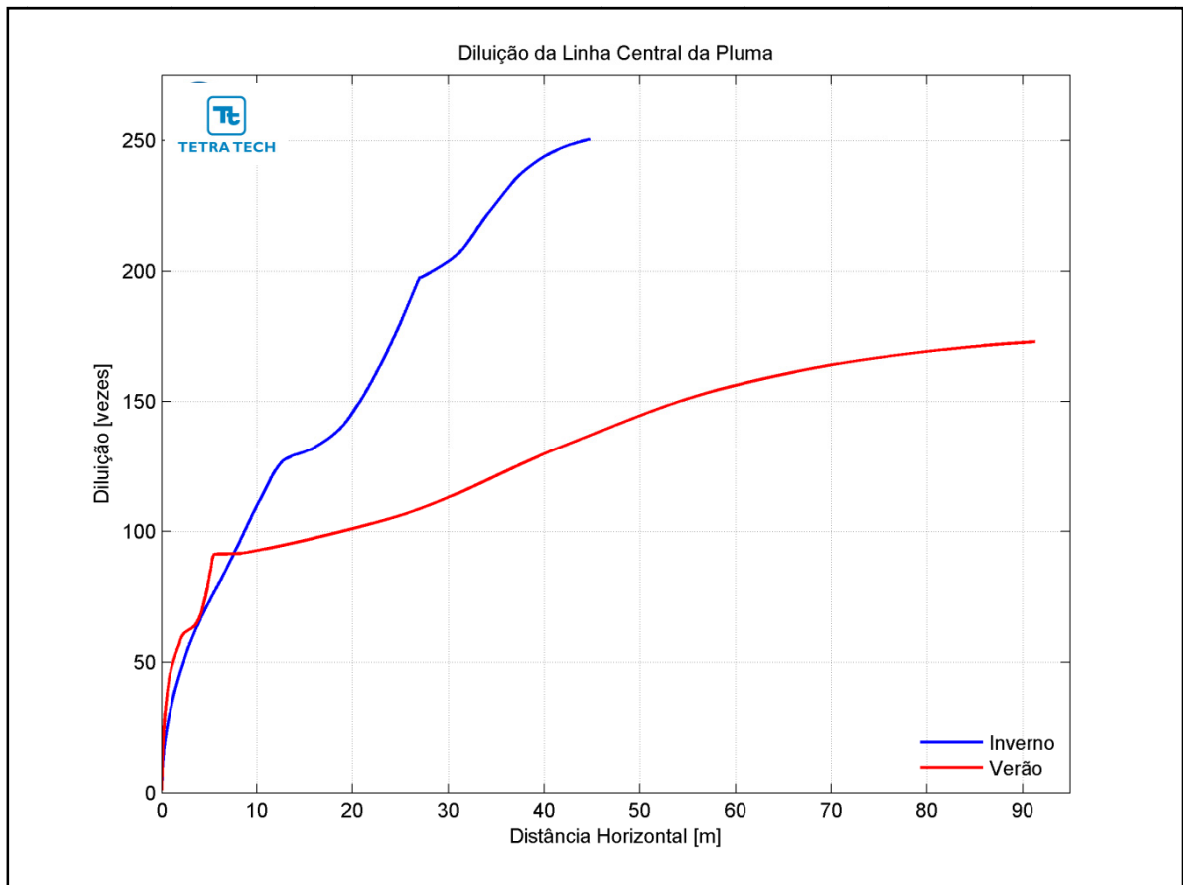


**Figura III-161** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, no período de verão.



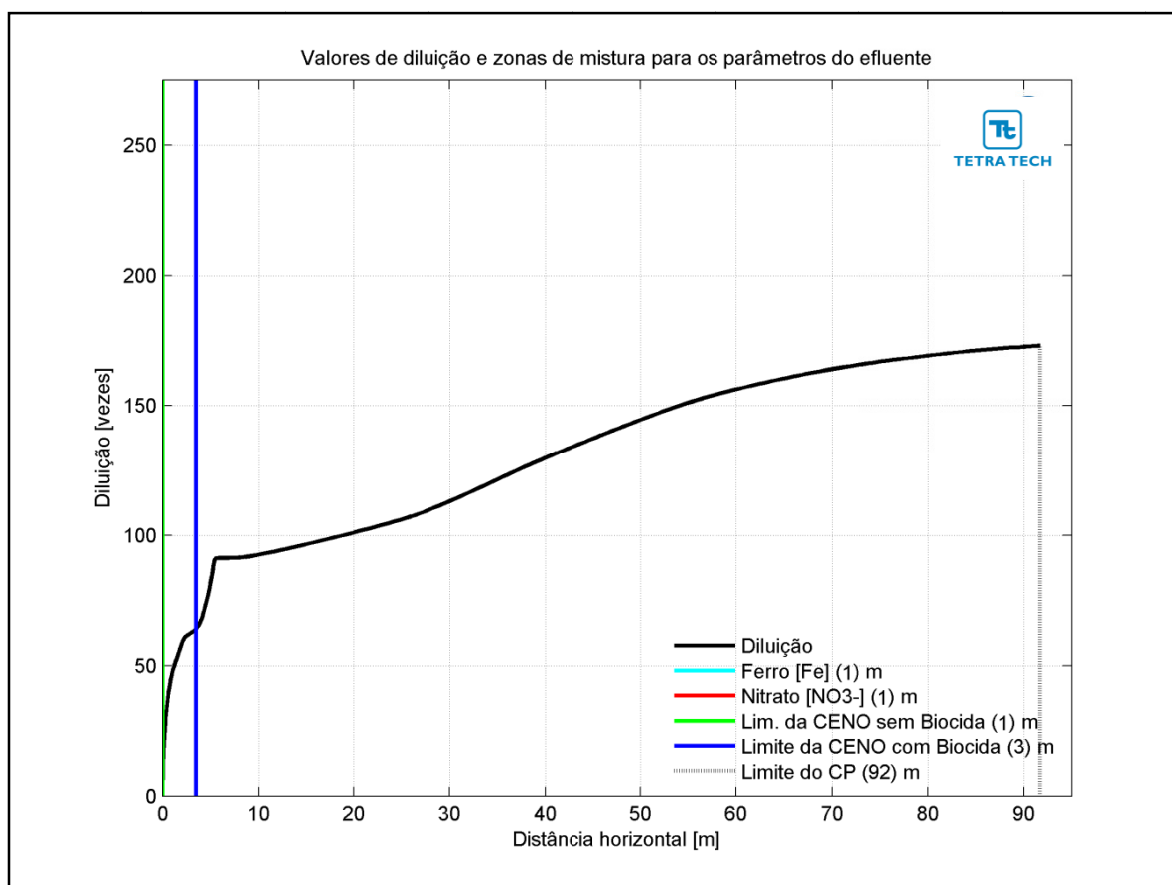
**Figura III-162** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno.

A Figura III-163 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.



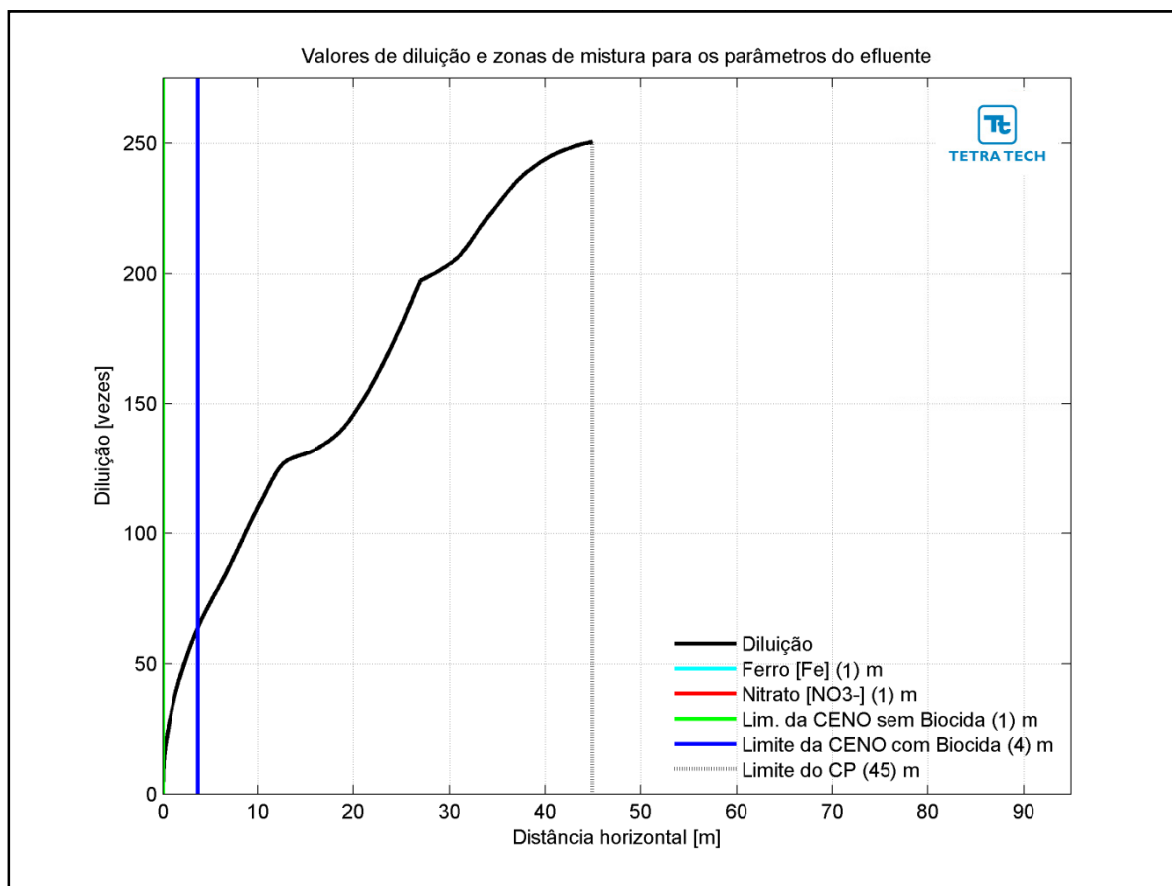
**Figura III-163** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-164 e na Figura III-165 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 4 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 92 m no verão para 45 m no inverno.



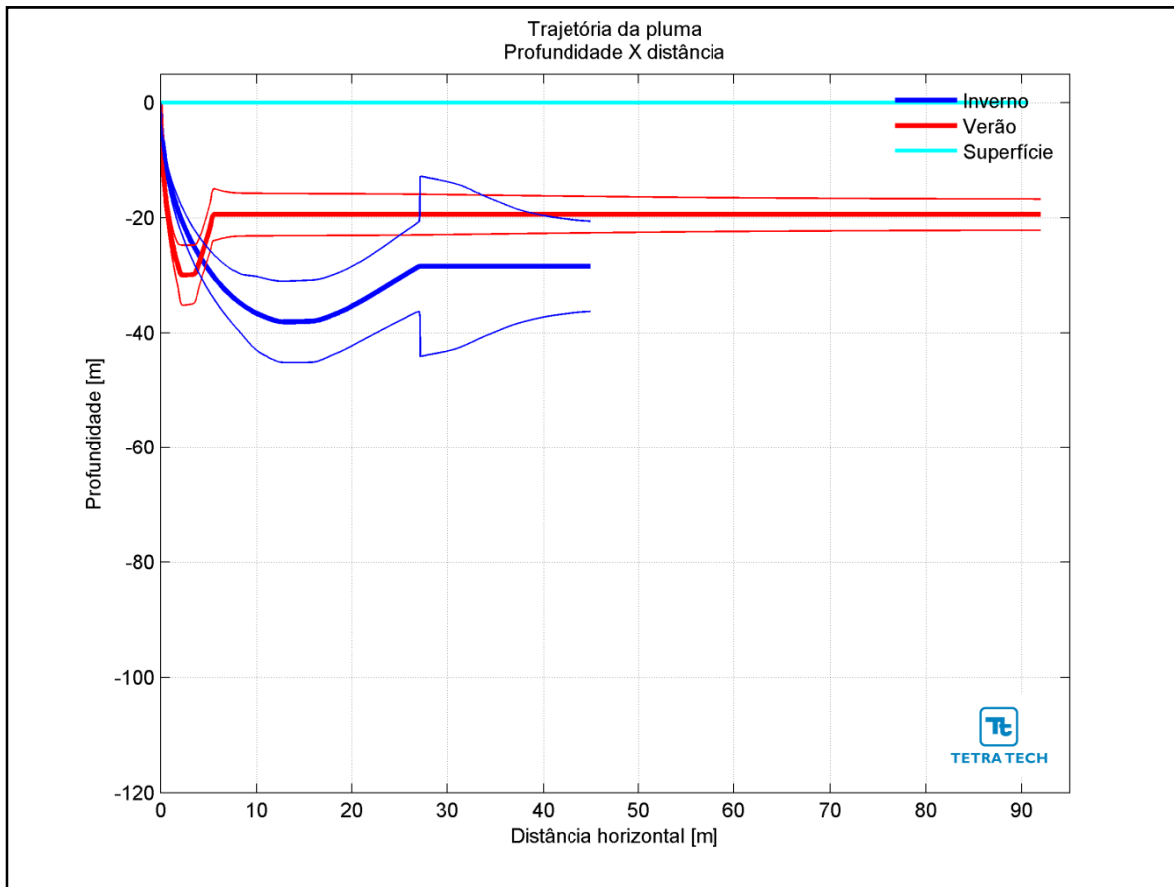
**Figura III-164** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



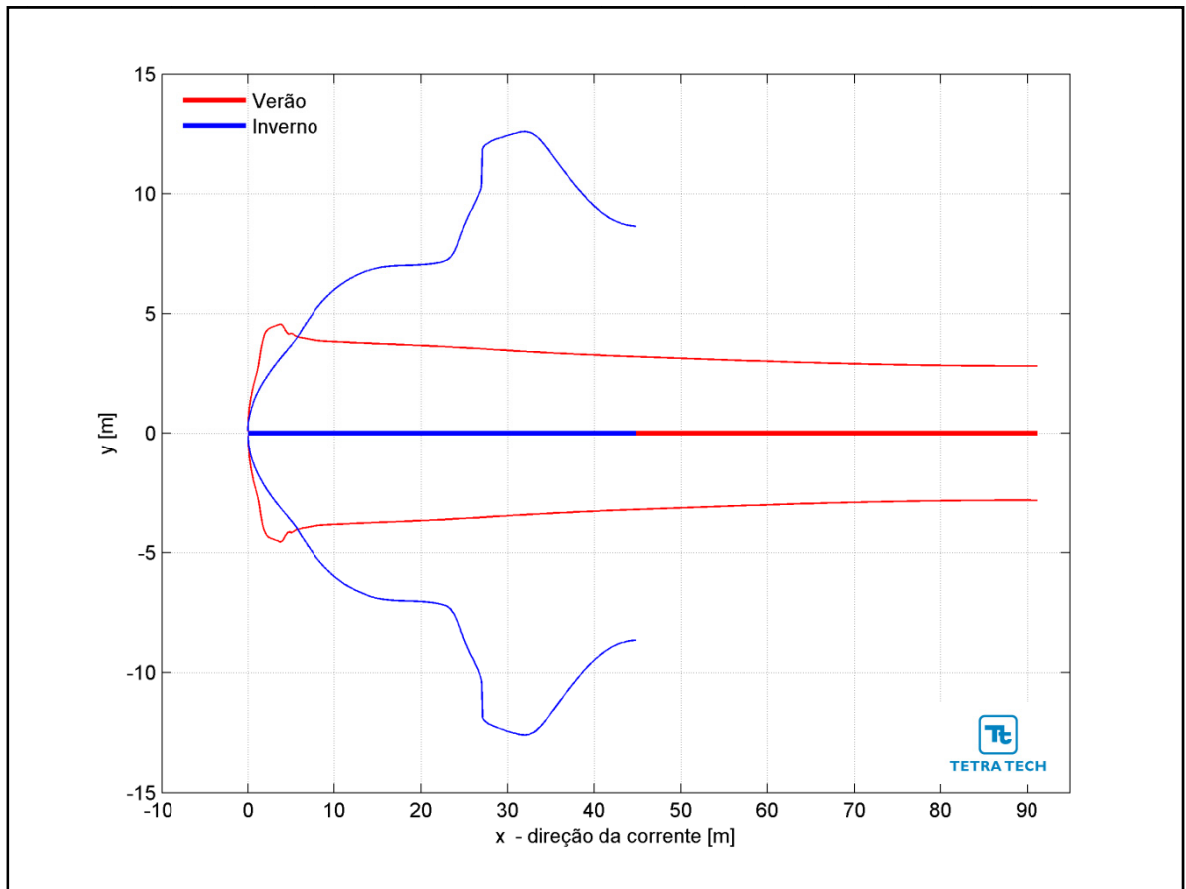


**Figura III-165** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-166 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 50 e 86 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-167 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

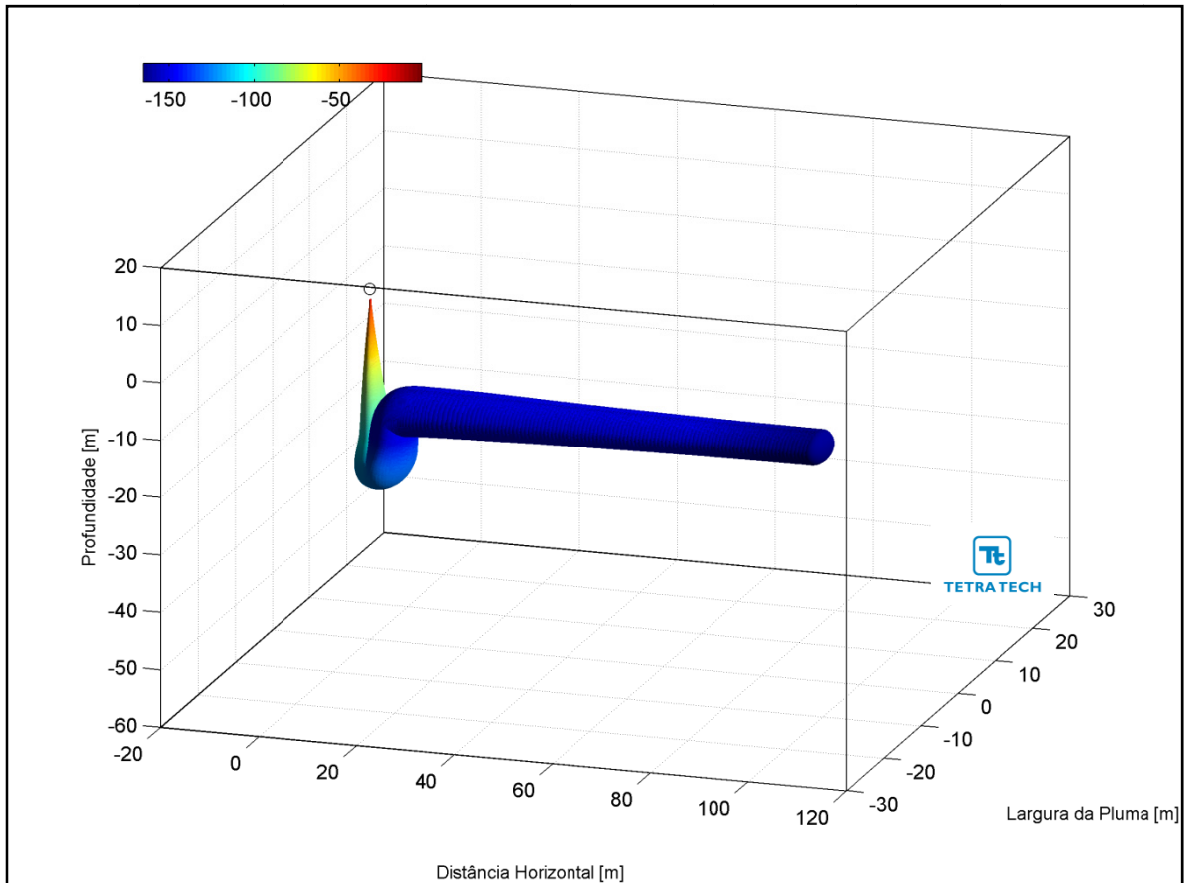


**Figura III-166** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno.

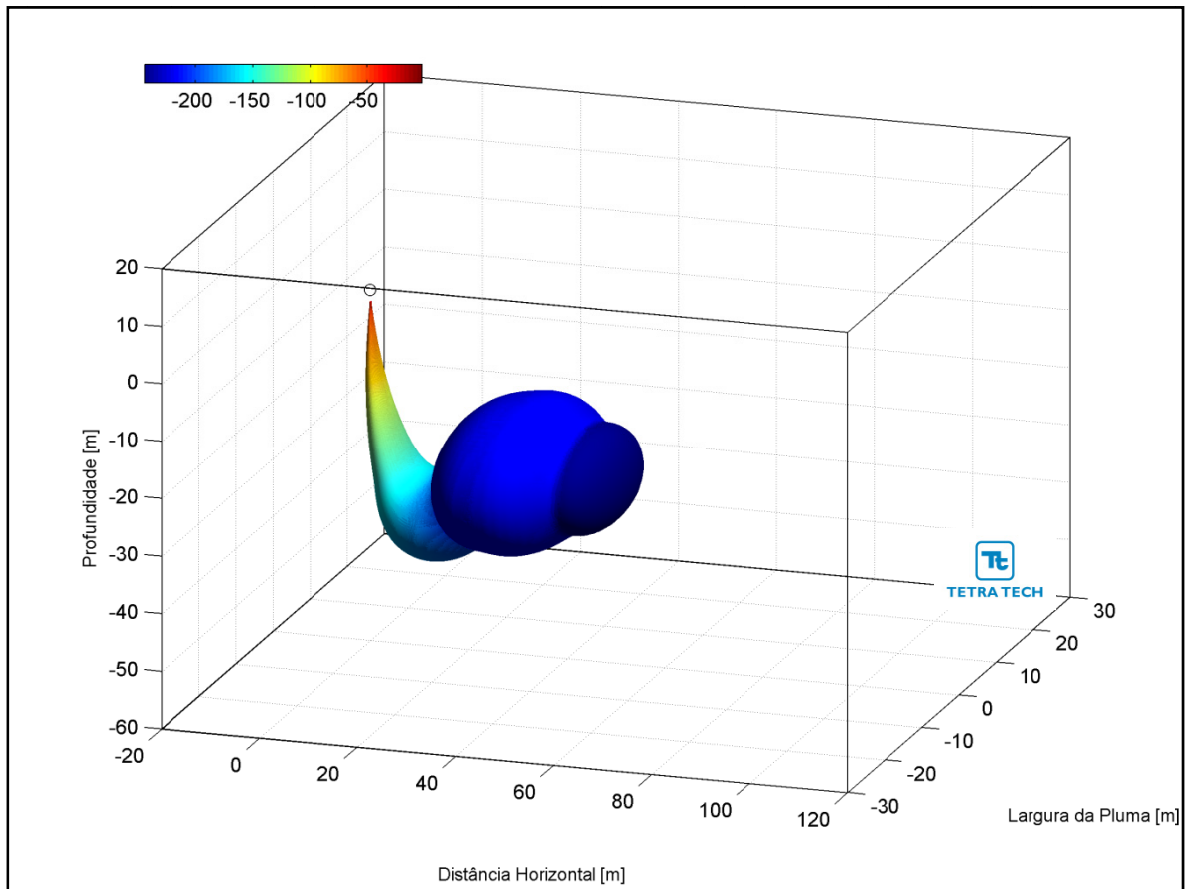


**Figura III-167 - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno.**

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-168) e inverno (Figura III-169), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade de 50 m no verão e 86 m no inverno, não atingindo a superfície.



**Figura III-168** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, no período de verão.



**Figura III-169** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno.

A Tabela III-56 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA nº 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.

**Tabela III-56 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Sapinhoá Norte, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPONENTES                                  | CONCENTRAÇÃO NO PONTO DE DESCARTE (mg/L) | LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 ART. 18 (mg/L) | DILUIÇÃO MÍNIMA PARA ENQUADRAMENTO (vezes) | CONCENTRAÇÃO NO CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|--|--|---|--|--------------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
|  |  |   |  | Opção 01                             |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|  |  |   |  | Verão                                | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0                                      | 1,0   | –  | 0,015                                | 0,007   | 0,014    | 0,016   | 0,006    | 0,004   |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0                                    | –   | –  | 5,98                                 | 2,73    | 5,83     | 6,68    | 2,35     | 1,62    |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0                                  | –   | –  | 19,88                                | 9,09    | 19,40    | 22,20   | 7,80     | 5,39    |
| Cloro (Cl <sup>-</sup> )                     | 29.185,0                                 | –   | –  | 429,82                               | 196,53  | 419,32   | 480,02  | 168,60   | 116,51  |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0                                     | –   | –  | 0,41                                 | 0,19    | 0,40     | 0,46    | 0,16     | 0,11    |
| Ferro total                                  | 1,0                                      | 0,3   | 3,3  | 0,015                                | 0,007   | 0,014    | 0,016   | 0,006    | 0,004   |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0                                  | –   | –  | 80,71                                | 36,90   | 78,74    | 90,13   | 31,66    | 21,88   |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0                                      | 0,4   | 2,5  | 0,015                                | 0,007   | 0,014    | 0,016   | 0,006    | 0,004   |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0                                    | –   | –  | 7,66                                 | 3,50    | 7,47     | 8,55    | 3,00     | 2,08    |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0                                 | –   | –  | 205,73                               | 94,07   | 200,70   | 229,75  | 80,70    | 55,76   |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0                                 | –   | –  | 194,18                               | 88,79   | 189,44   | 216,86  | 76,17    | 52,63   |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Sapinhoá Norte, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias de, aproximadamente, 6 m do ponto de lançamento.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo no período de inverno através da Opção 02 para a CENO com biocida. Esta diluição só é alcançada no domínio do campo afastado, cujas características e resultados são apresentados no Item III.2, a seguir

Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 45 m do ponto de lançamento.

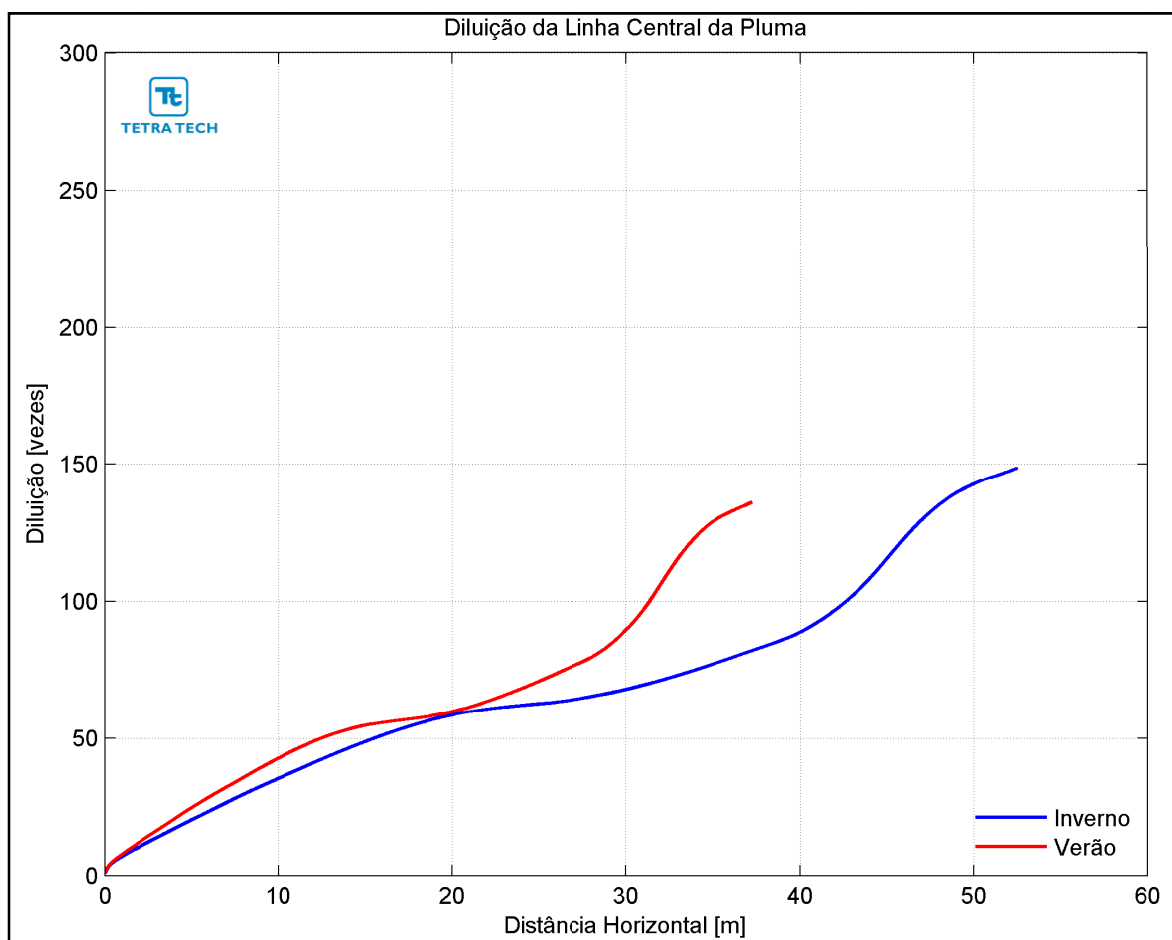
### III.1.5.9 Desenvolvimento da Produção de Franco SW

A Tabela III-57 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP de Franco SW. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-57 - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Franco SW.**

| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 136,7    | 149,2   | 61,5     | 85,8    | 267,0    | 277,4   |
| Espessura final da pluma (m)       | 10,1     | 14,5    | 6,8      | 8,1     | 14,1     | 19,7    |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 37,8     | 53,3    | 25,8     | 33,0    | 36,5     | 51,3    |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 16,9     | 24,4    | 13,2     | 15,2    | 20,4     | 28,8    |

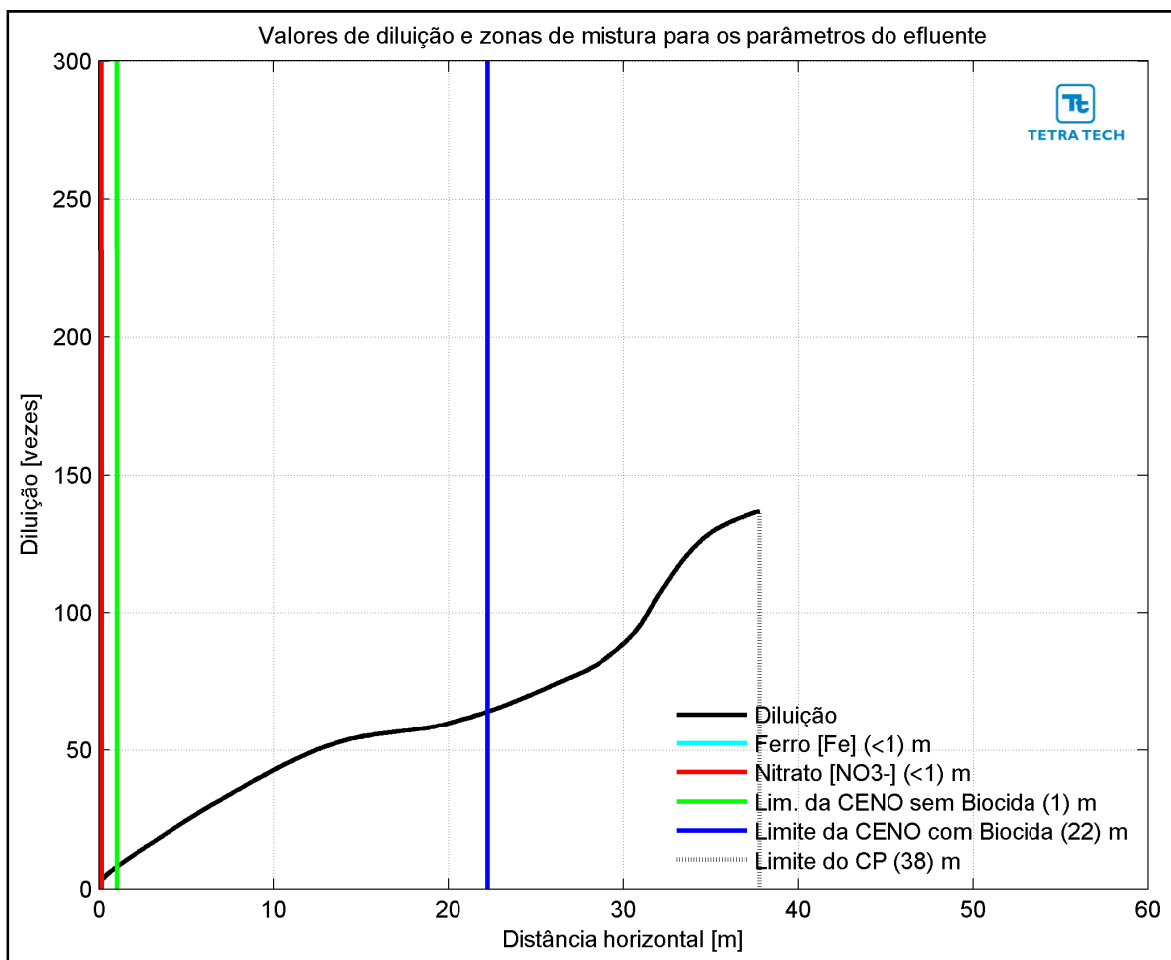
A Figura III-170 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.



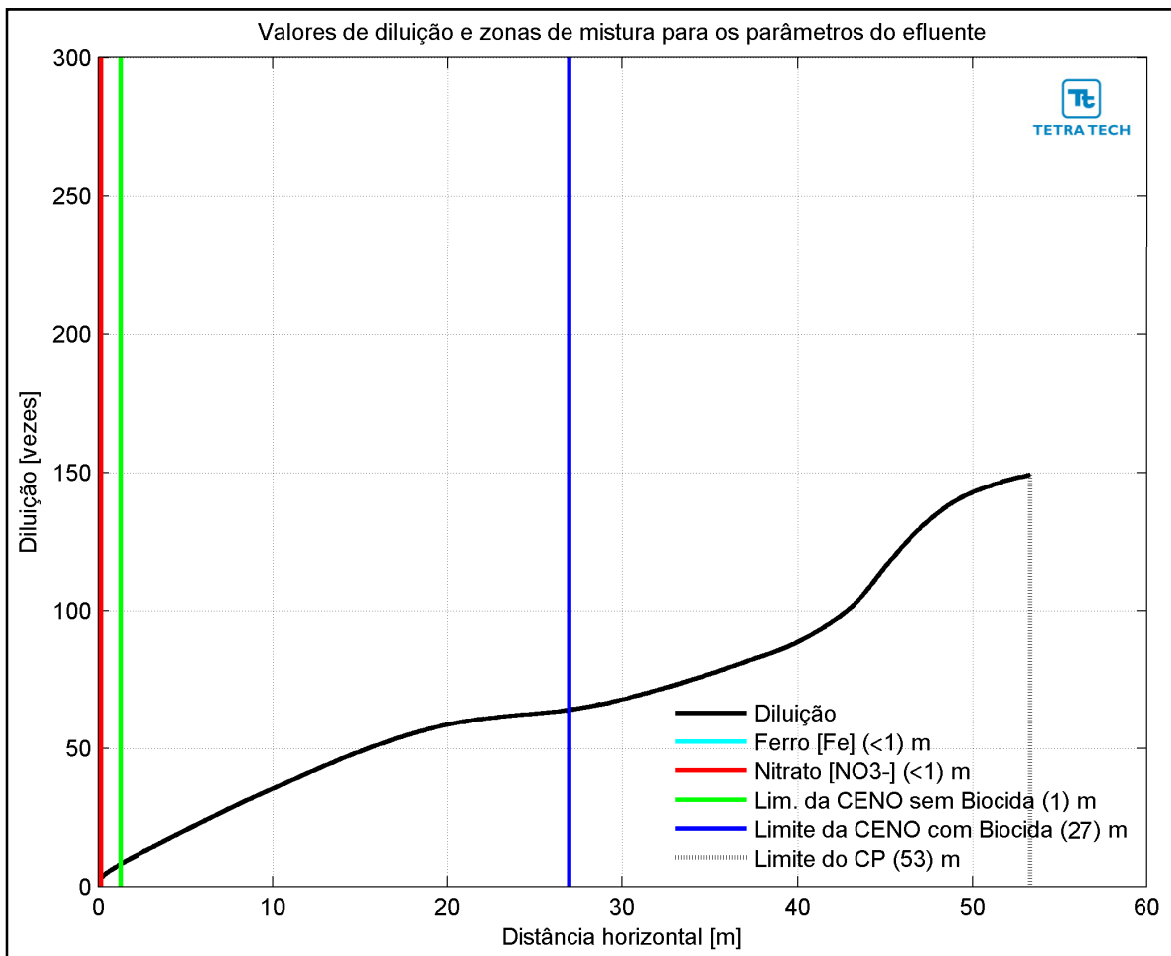
**Figura III-170** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-171 e na Figura III-172 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 27 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 38 m no verão para 53 m no inverno.



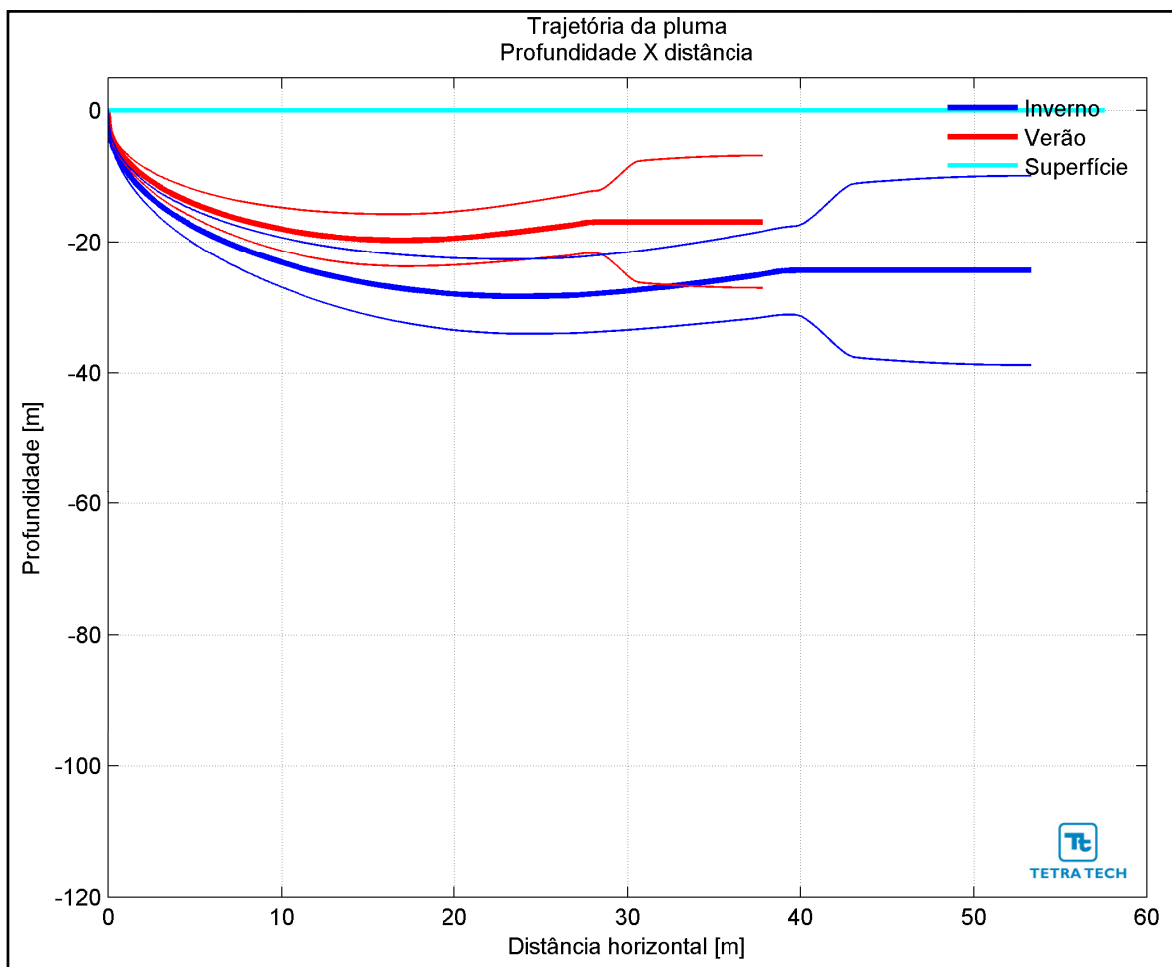


**Figura III-171** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco SW, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

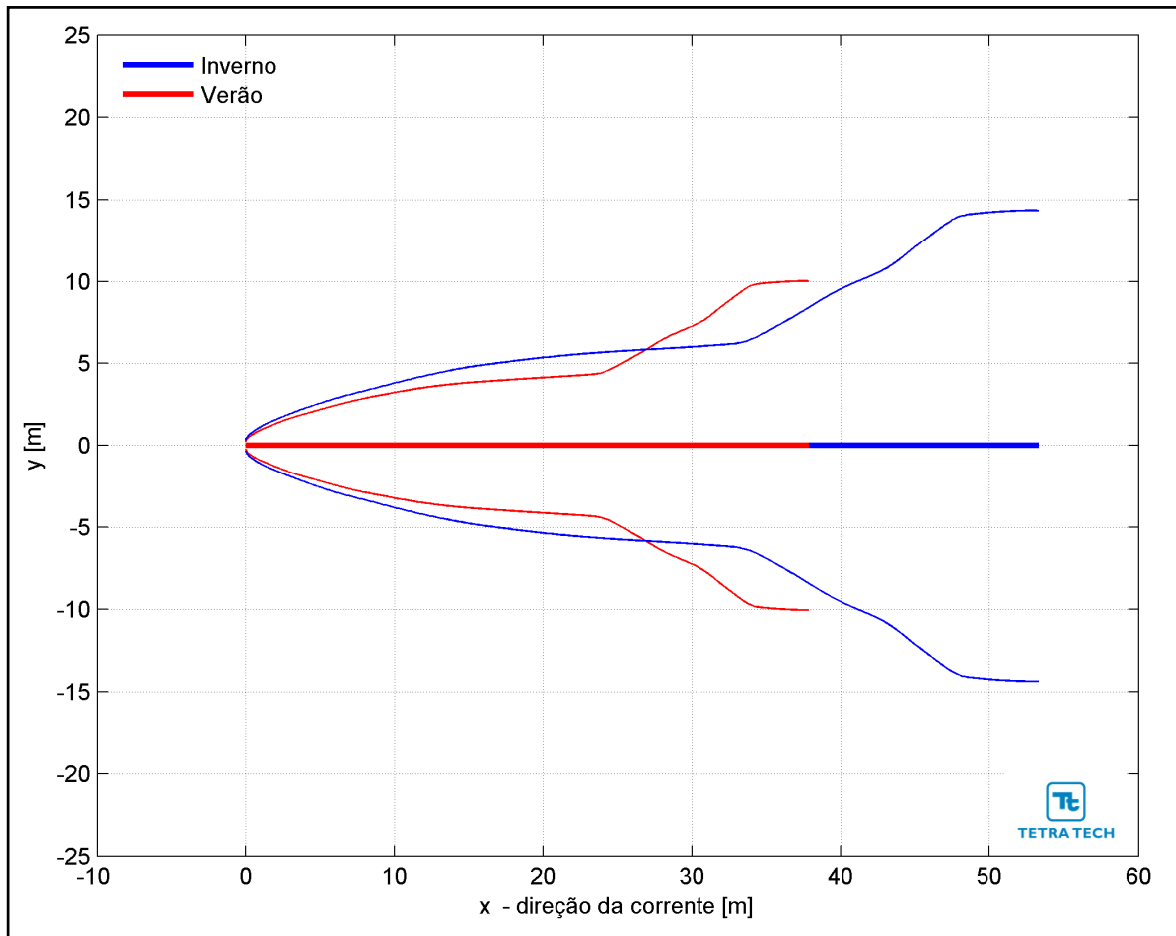


**Figura III-172** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco SW, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-173 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 17 e 24 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-174 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

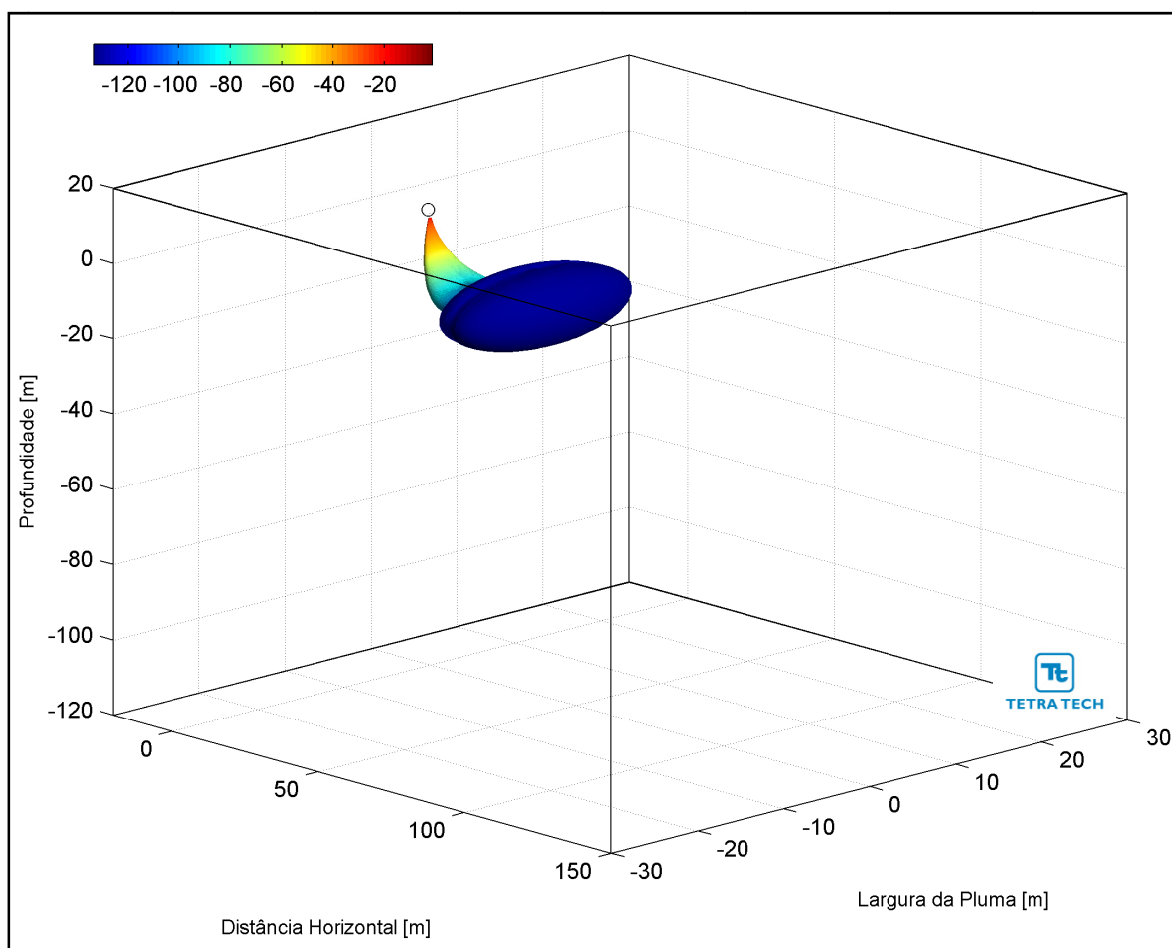


**Figura III-173** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno.

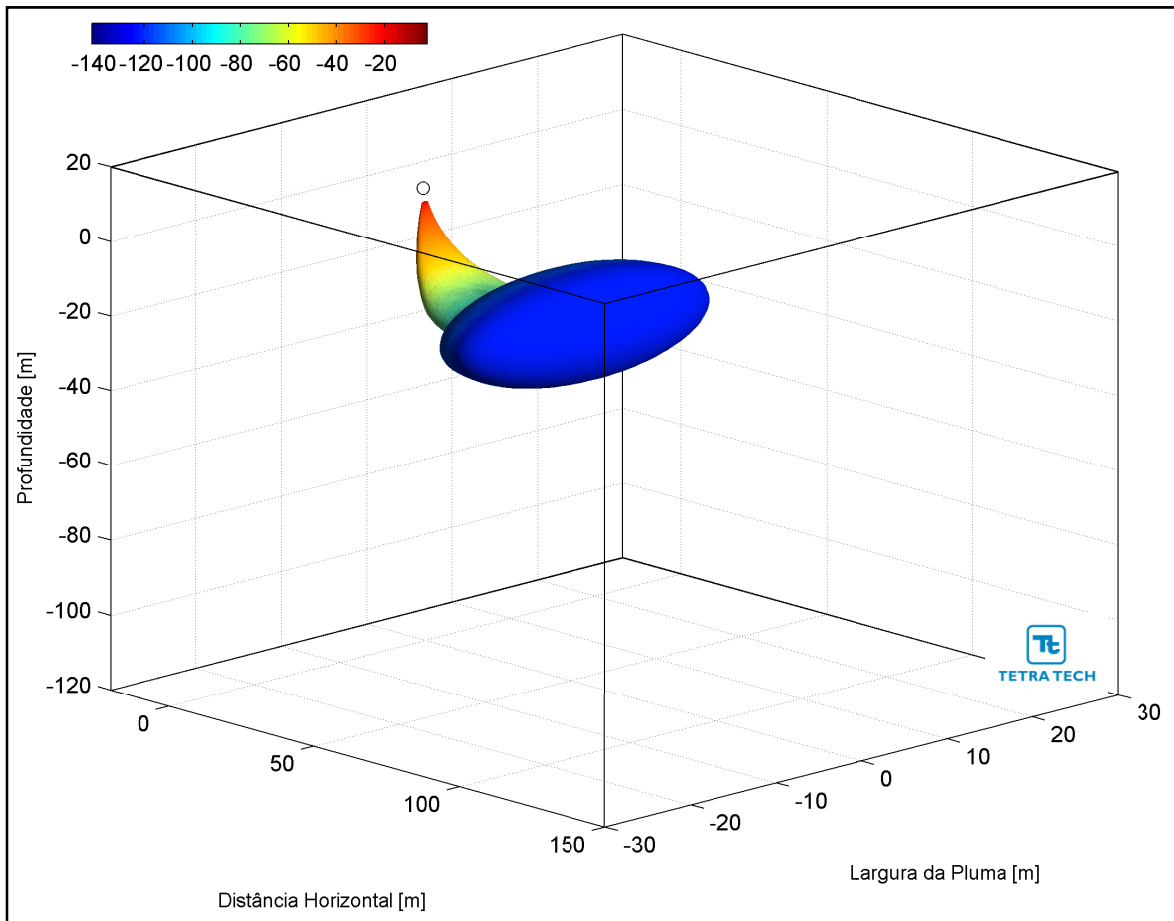


**Figura III-174 - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno.**

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-175) e inverno (Figura III-176), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 20 metros, não atingindo a superfície.

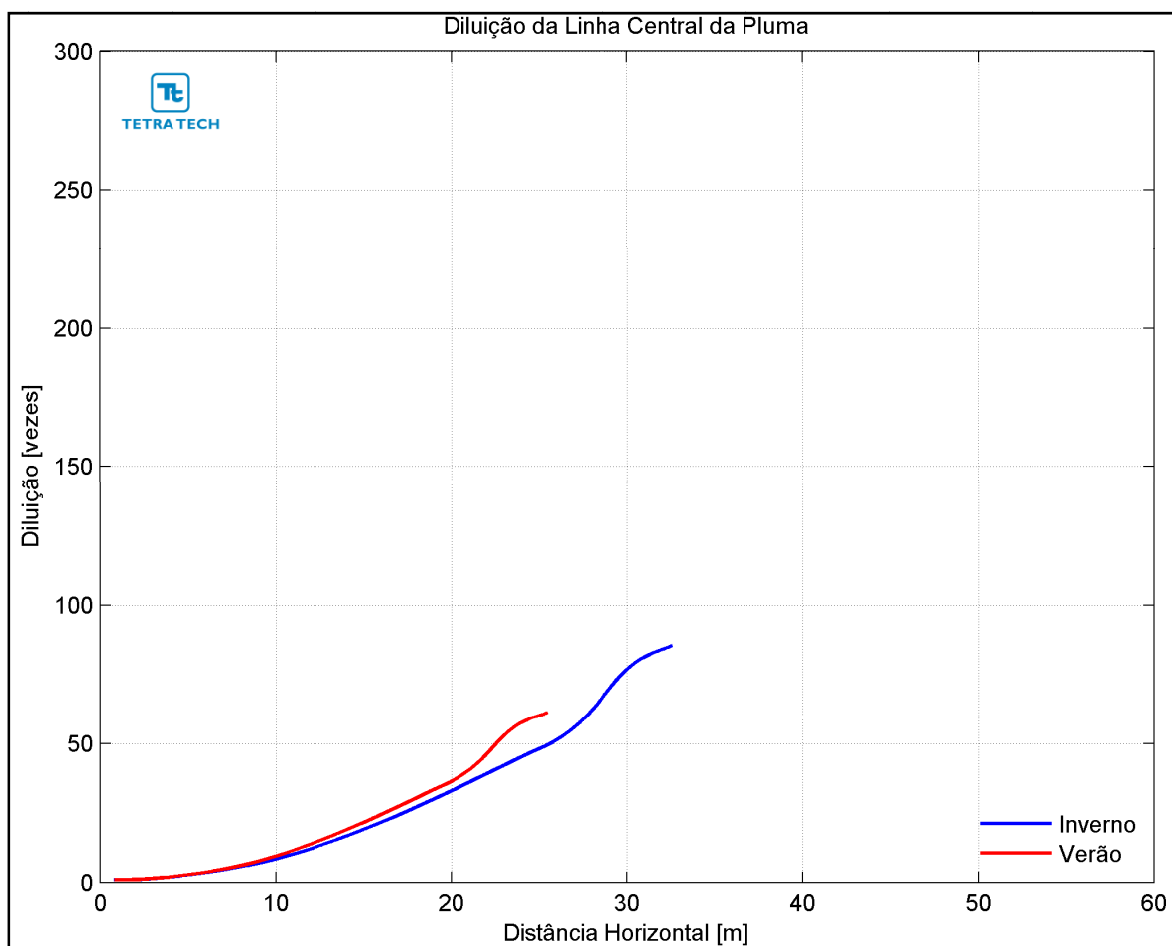


**Figura III-175 - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco SW, no período de verão.**



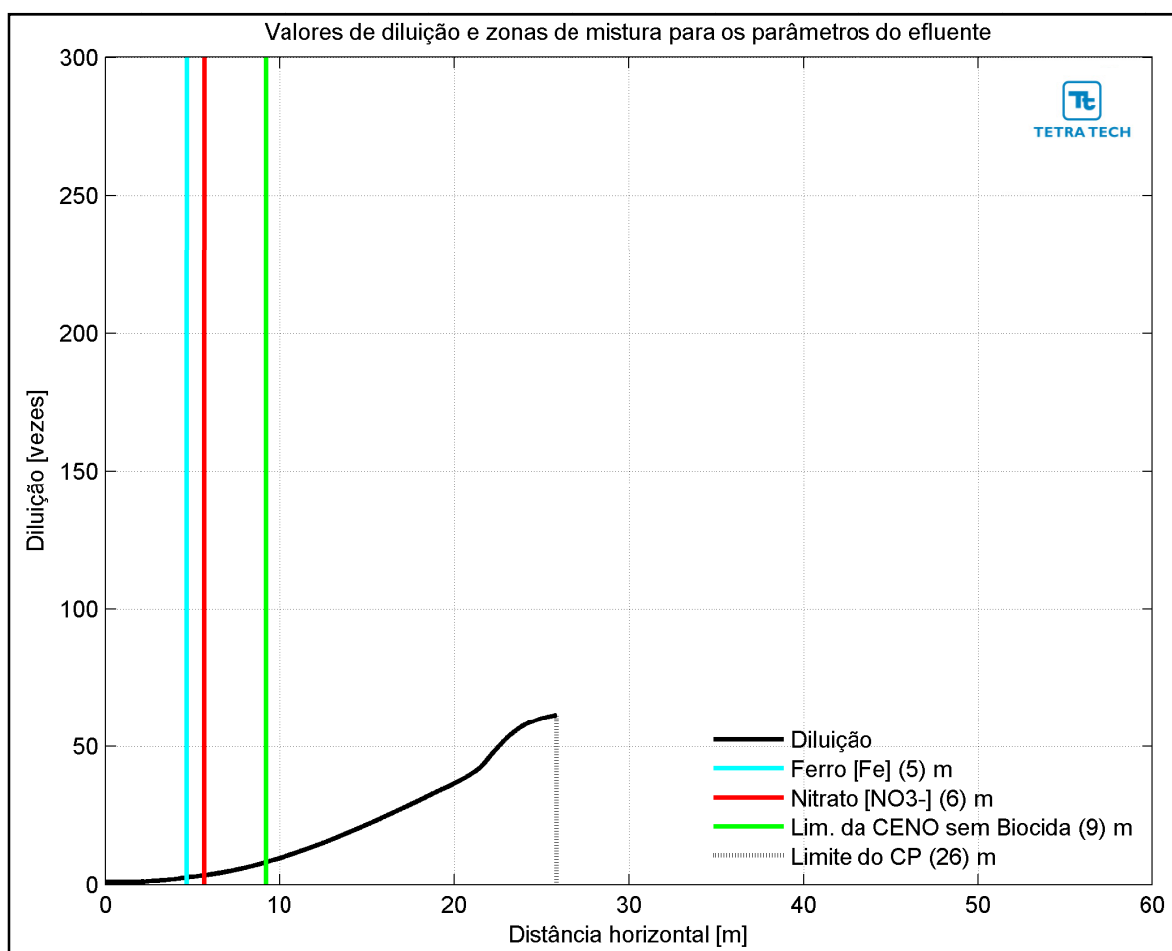
**Figura III-176** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco SW, no período de inverno.

A Figura III-177 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.



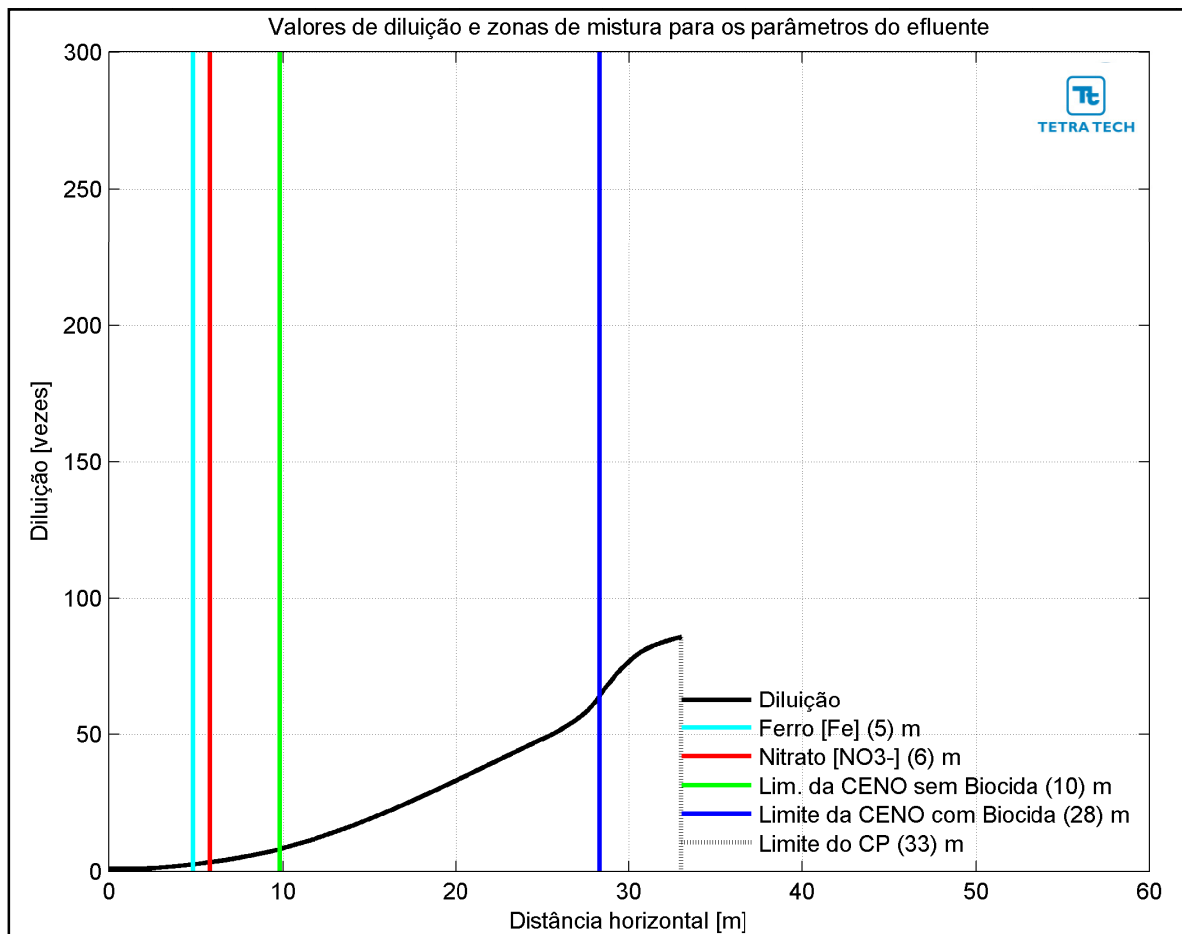
**Figura III-177** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-178 e na Figura III-179 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul e só há o enquadramento na legislação no período de inverno, a cerca de 28 m do ponto de lançamento. A posição da CENO sem biocida é indicada pela linha verde, e seu enquadramento ocorre a uma distância de 10 m. Para os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) as posições de enquadramento são todas inferiores a 6 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 26 m no verão para 33 m no inverno.



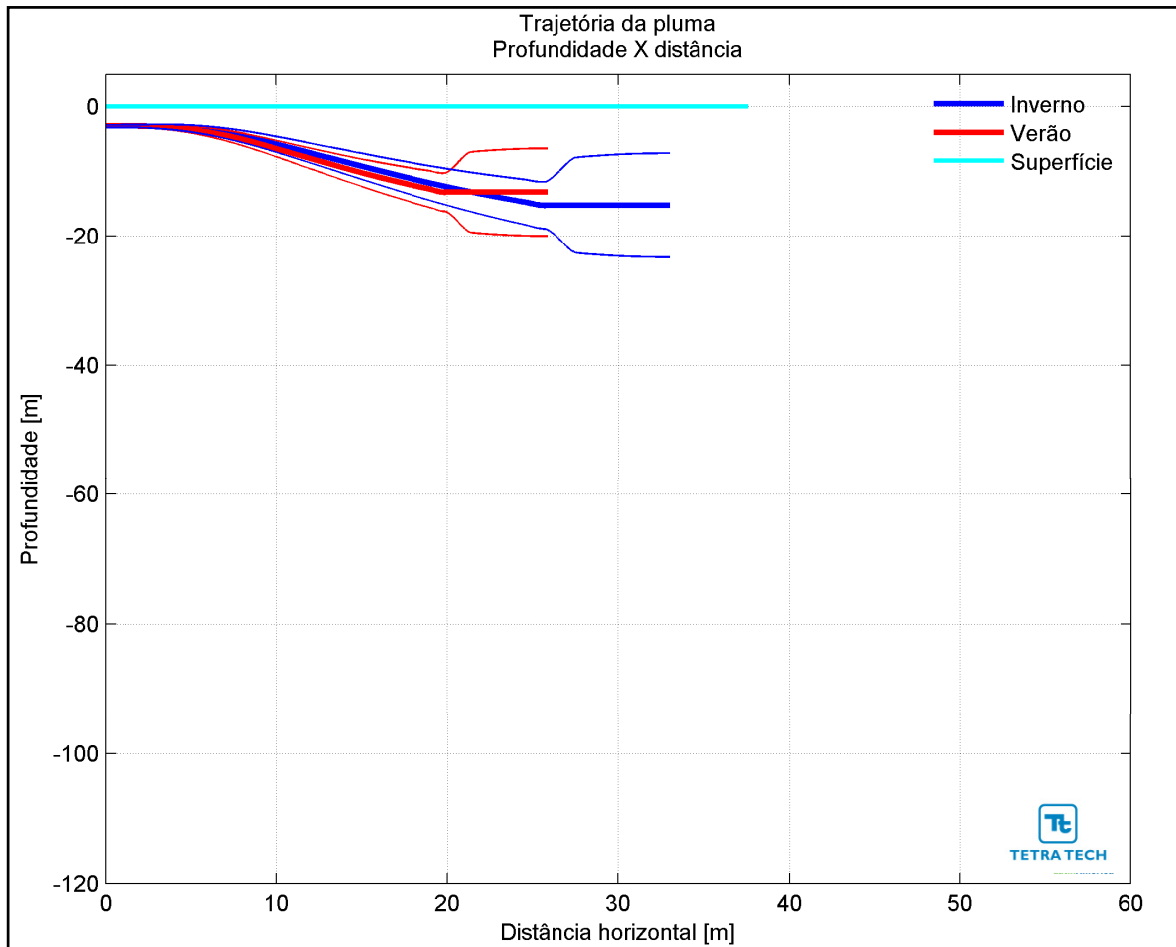
**Figura III-178** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco SW, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



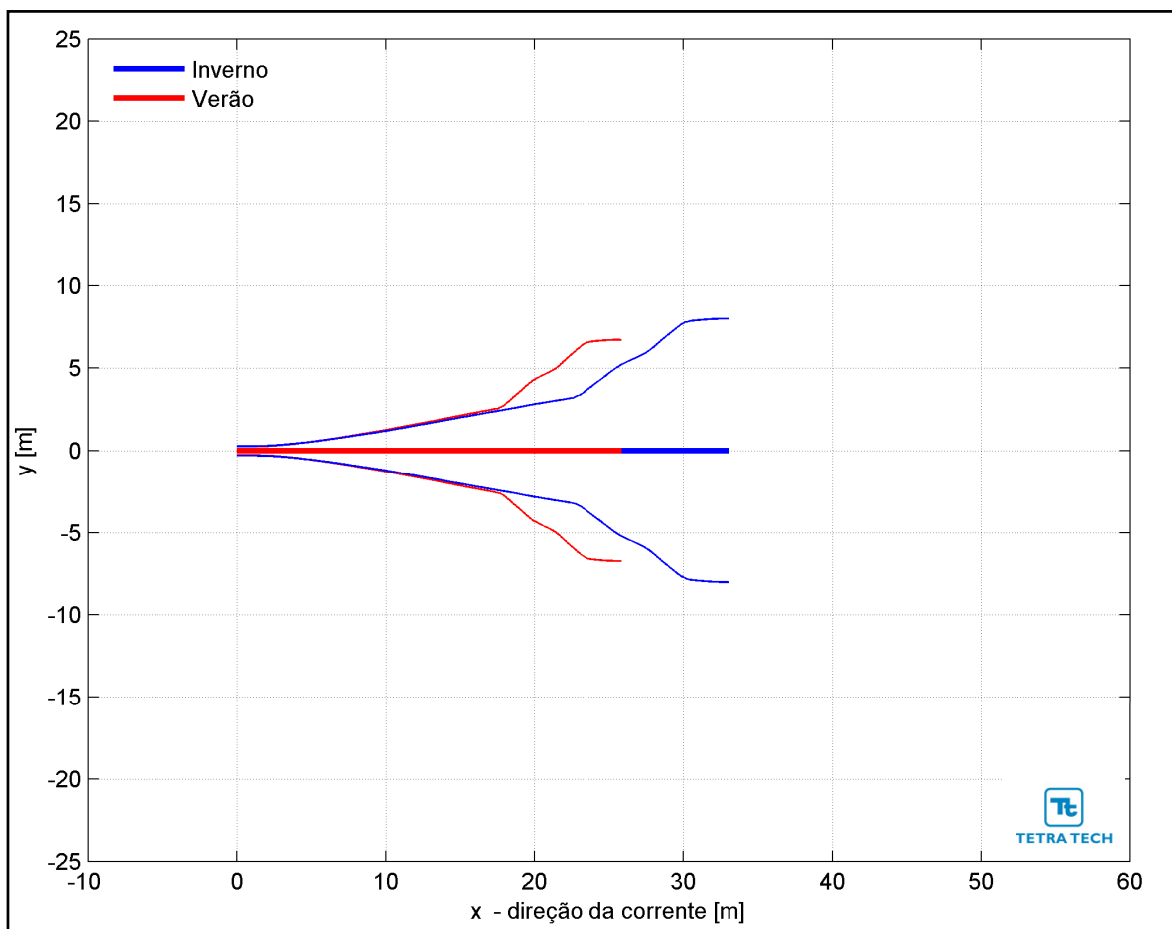


**Figura III-179** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco SW, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-180 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 13 e 15 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-181 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

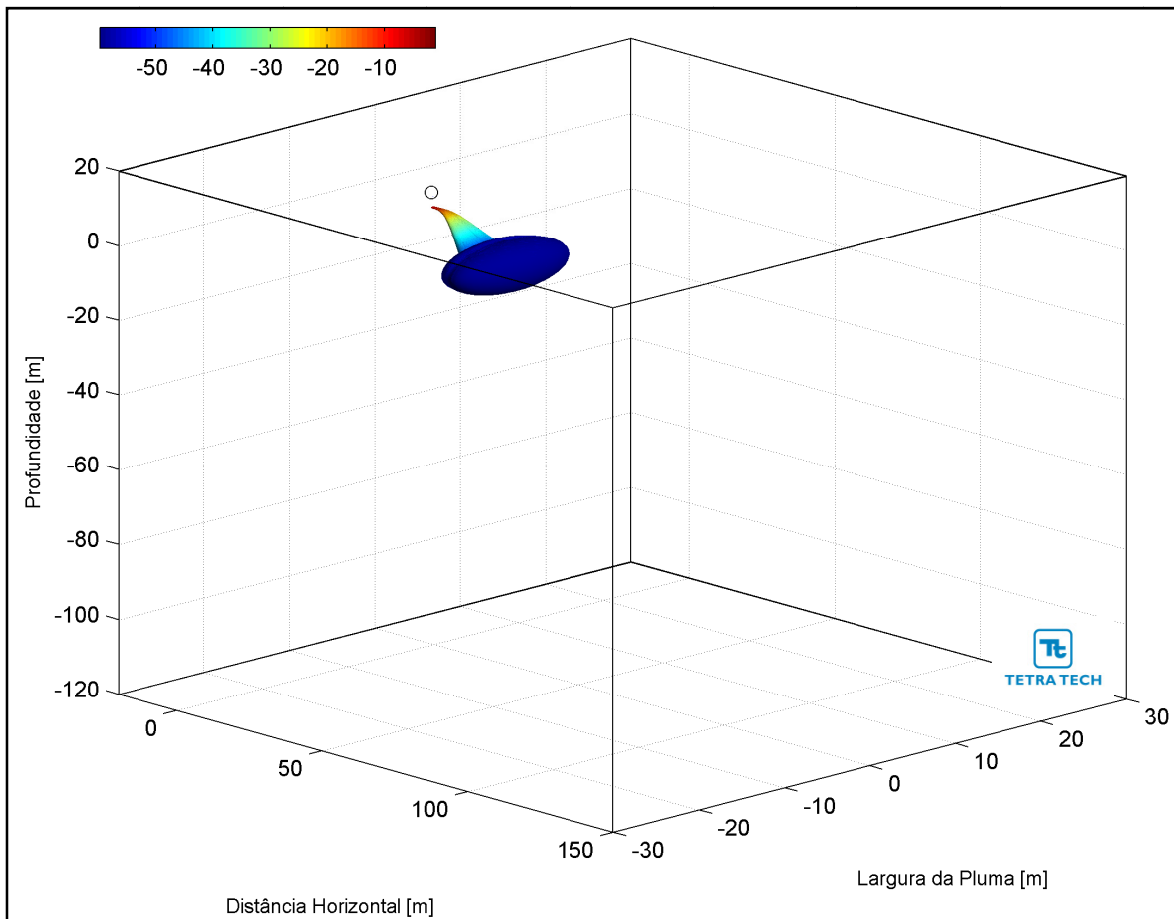


**Figura III-180** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno.

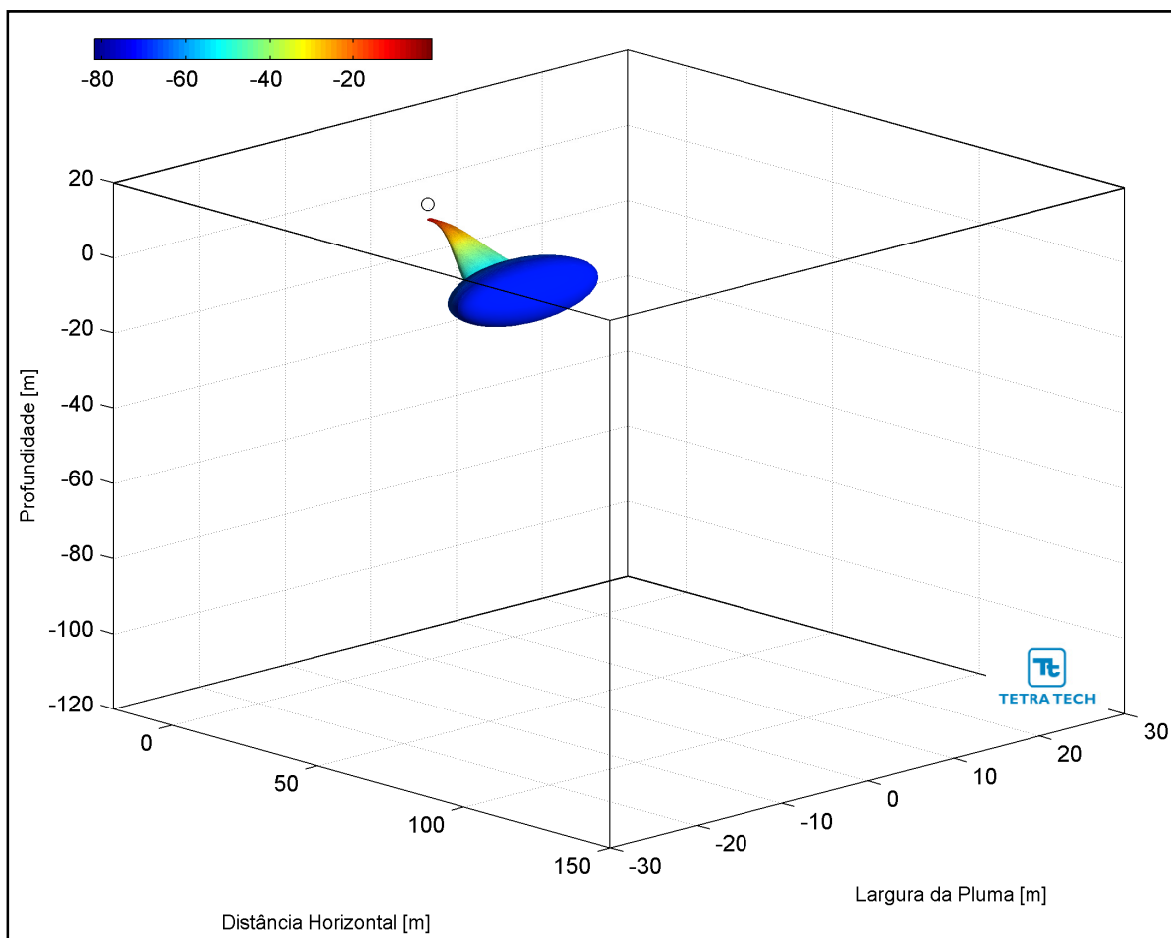


**Figura III-181** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-182) e inverno (Figura III-183), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 14 metros, não atingindo a superfície.

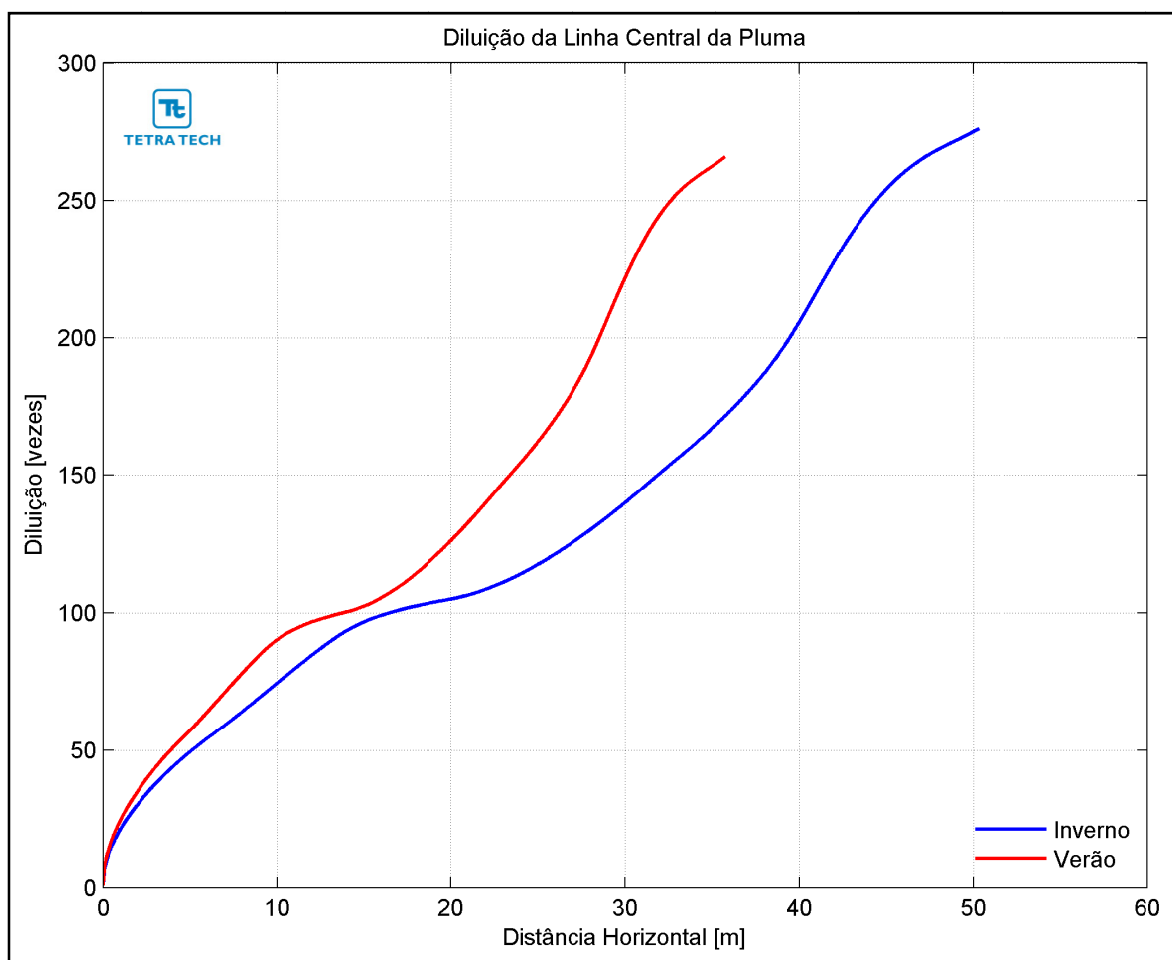


**Figura III-182** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco SW, no período de verão.



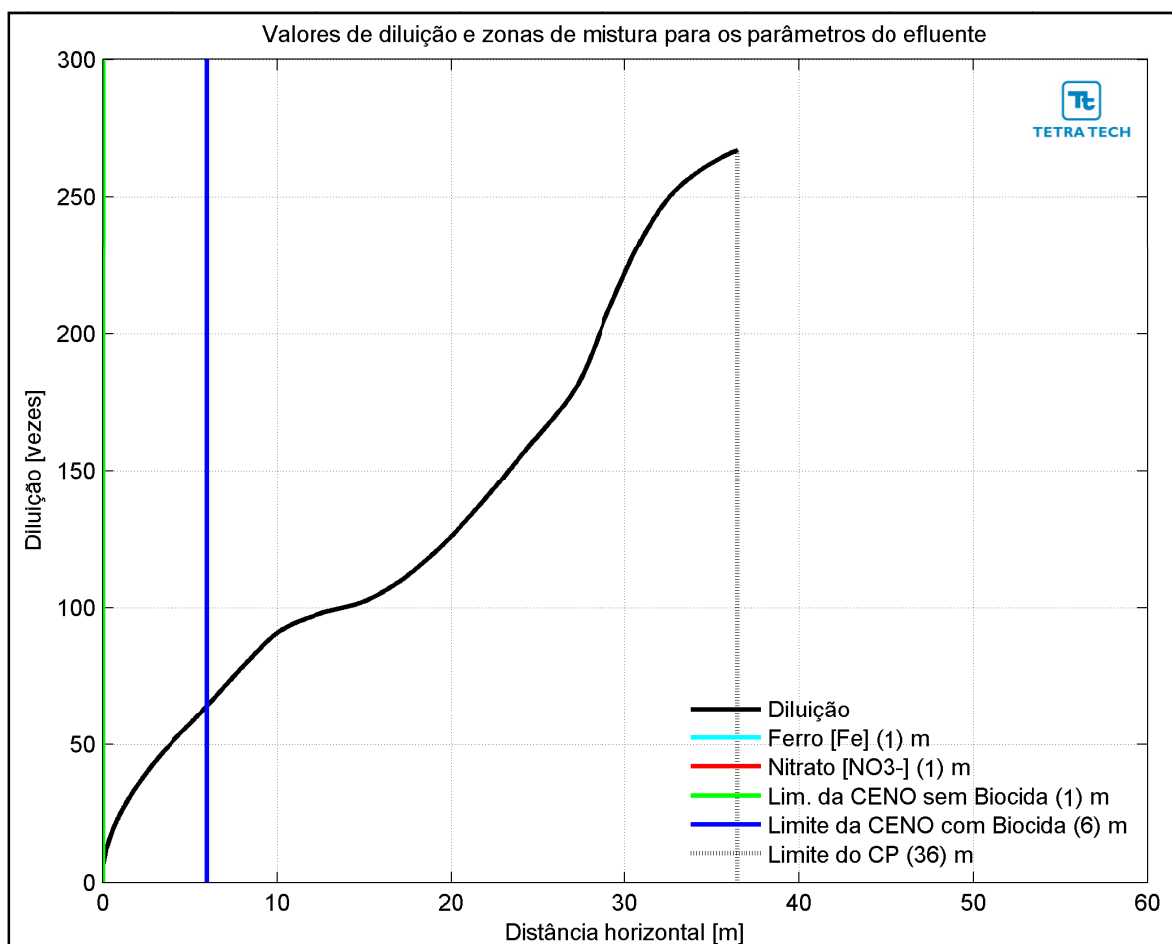
**Figura III-183** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco SW, no período de inverno.

A Figura III-184 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

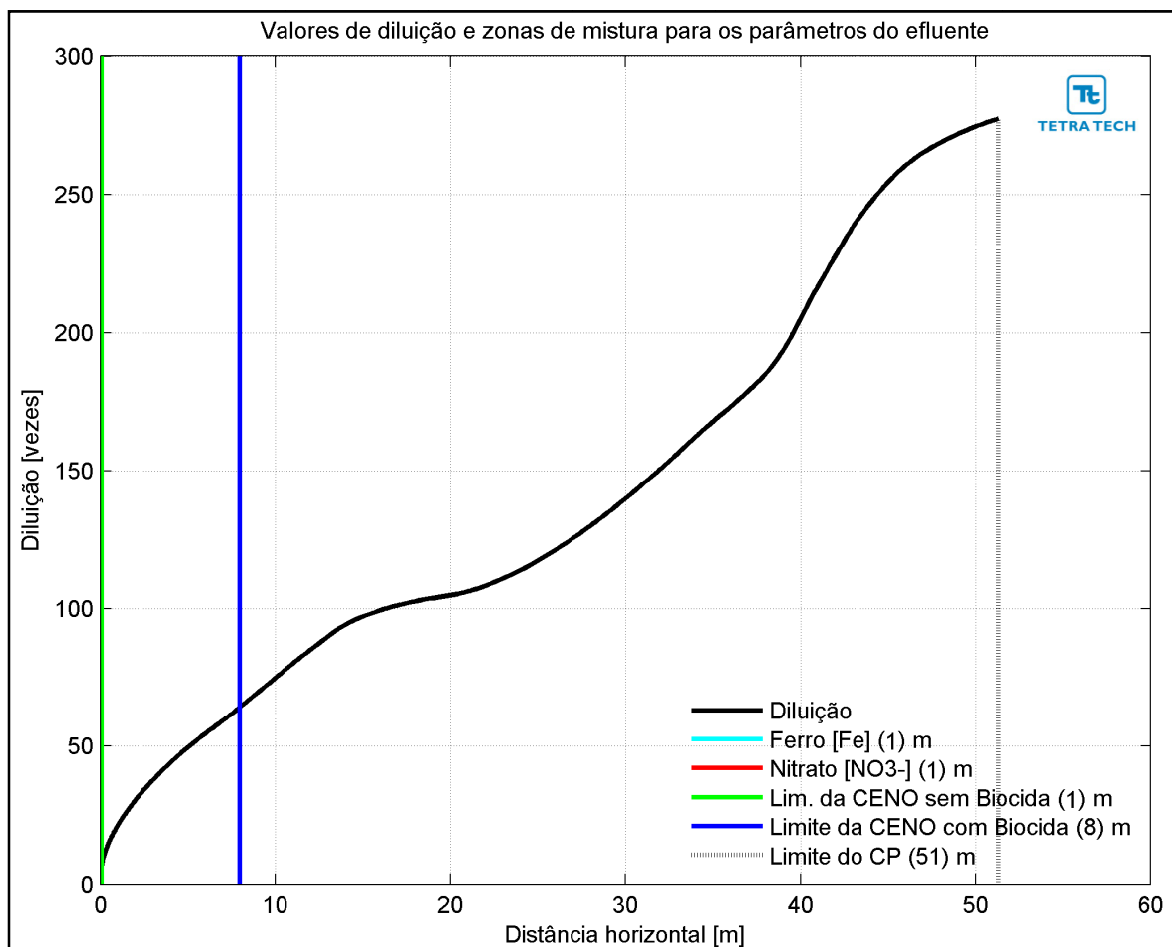


**Figura III-184** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-185 e na Figura III-186 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 8 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 36 m no verão para 51 m no inverno.



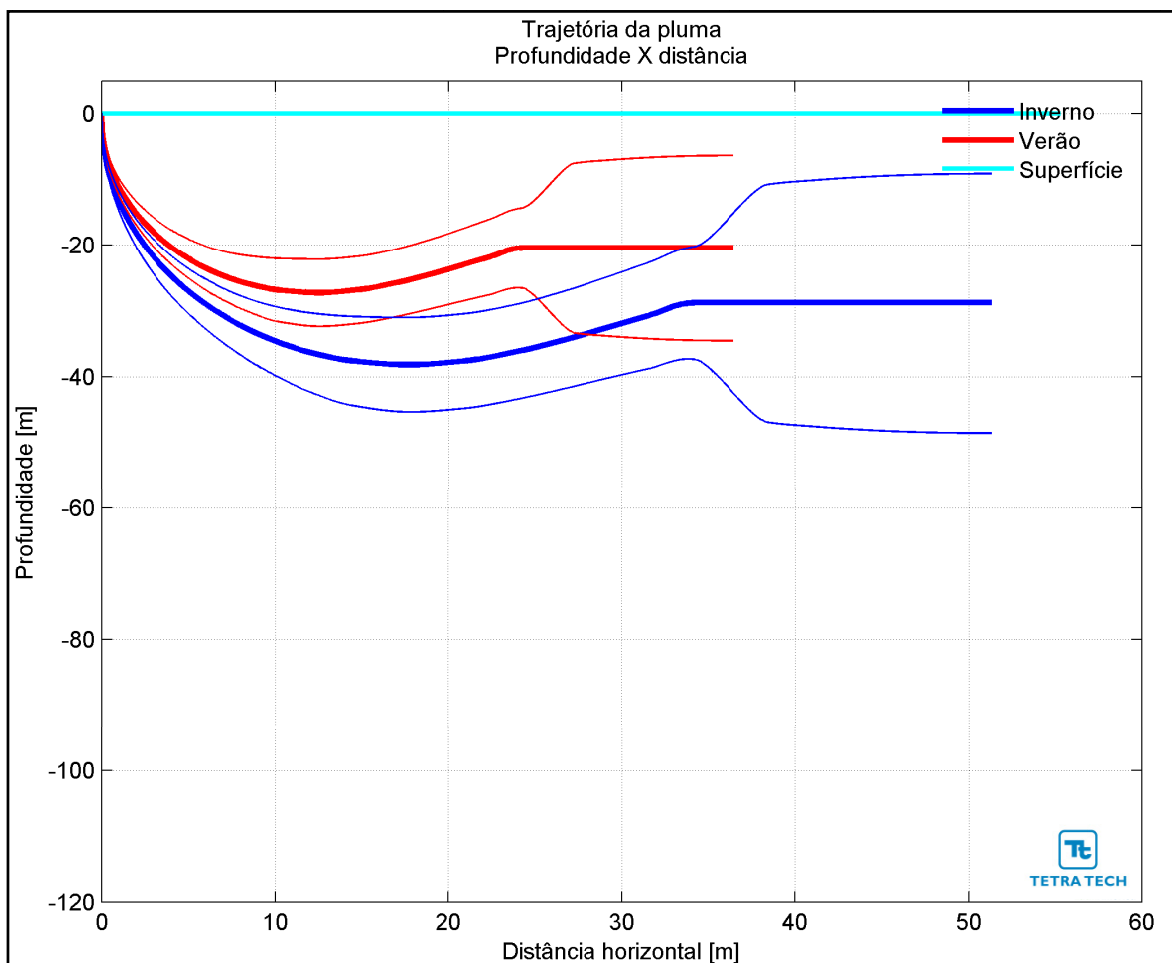
**Figura III-185** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco SW, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



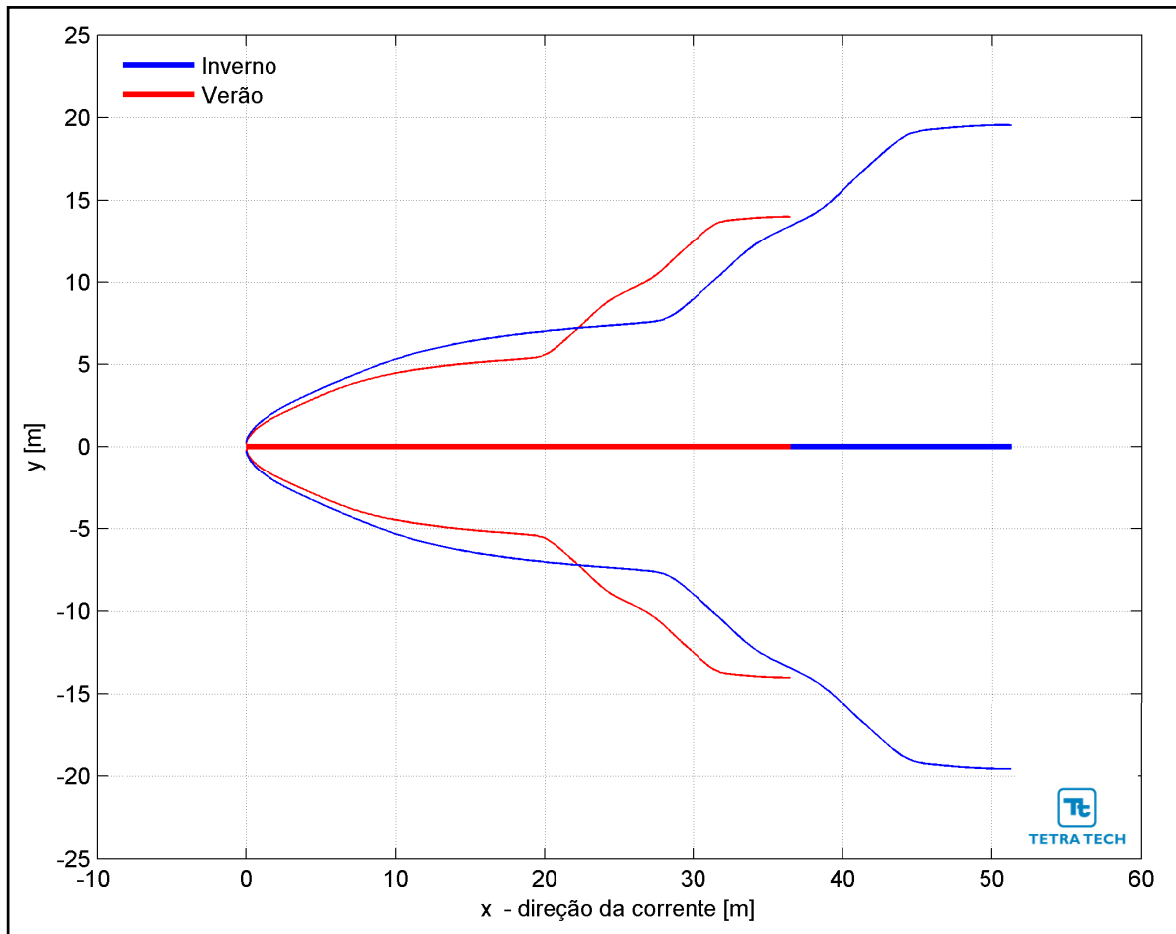
**Figura III-186** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco SW, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-187 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 20 e 29 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-188 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



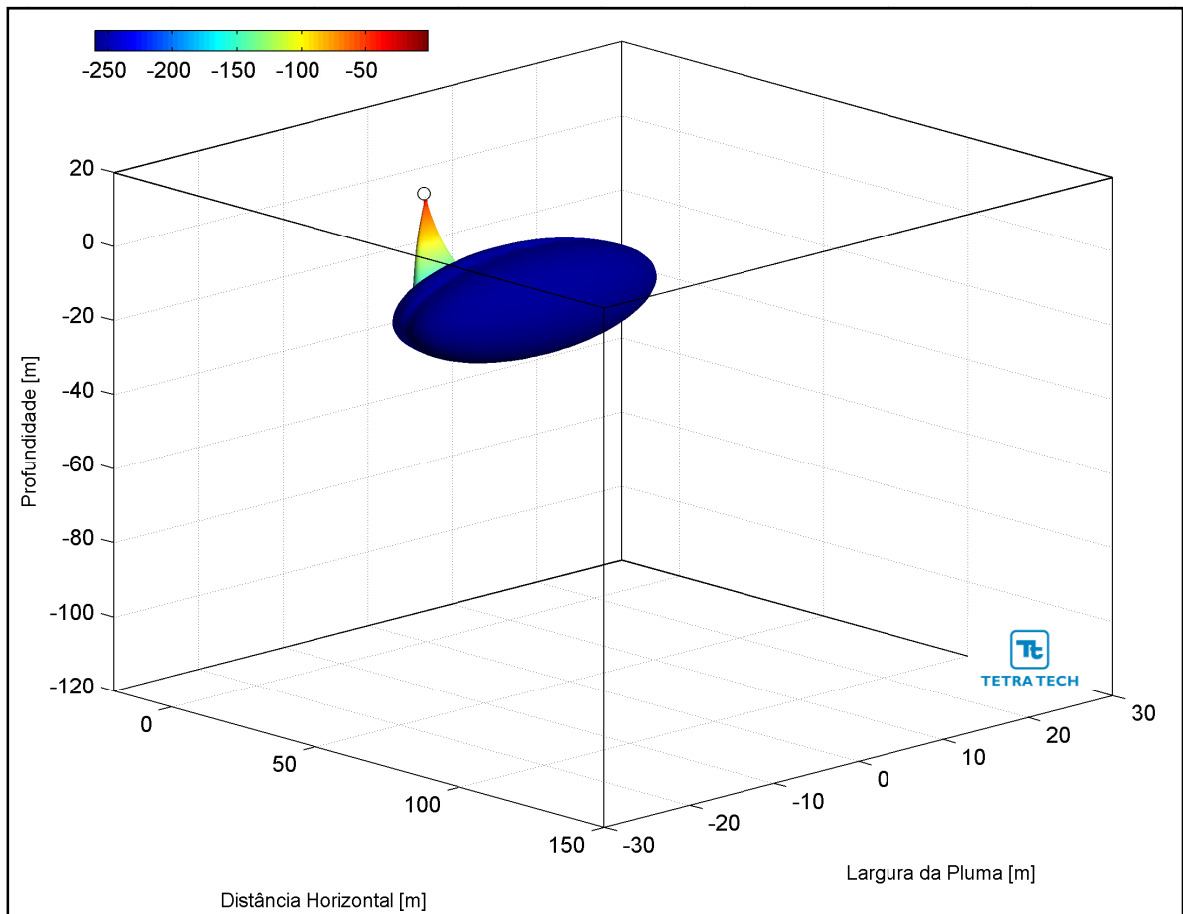


**Figura III-187** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno.

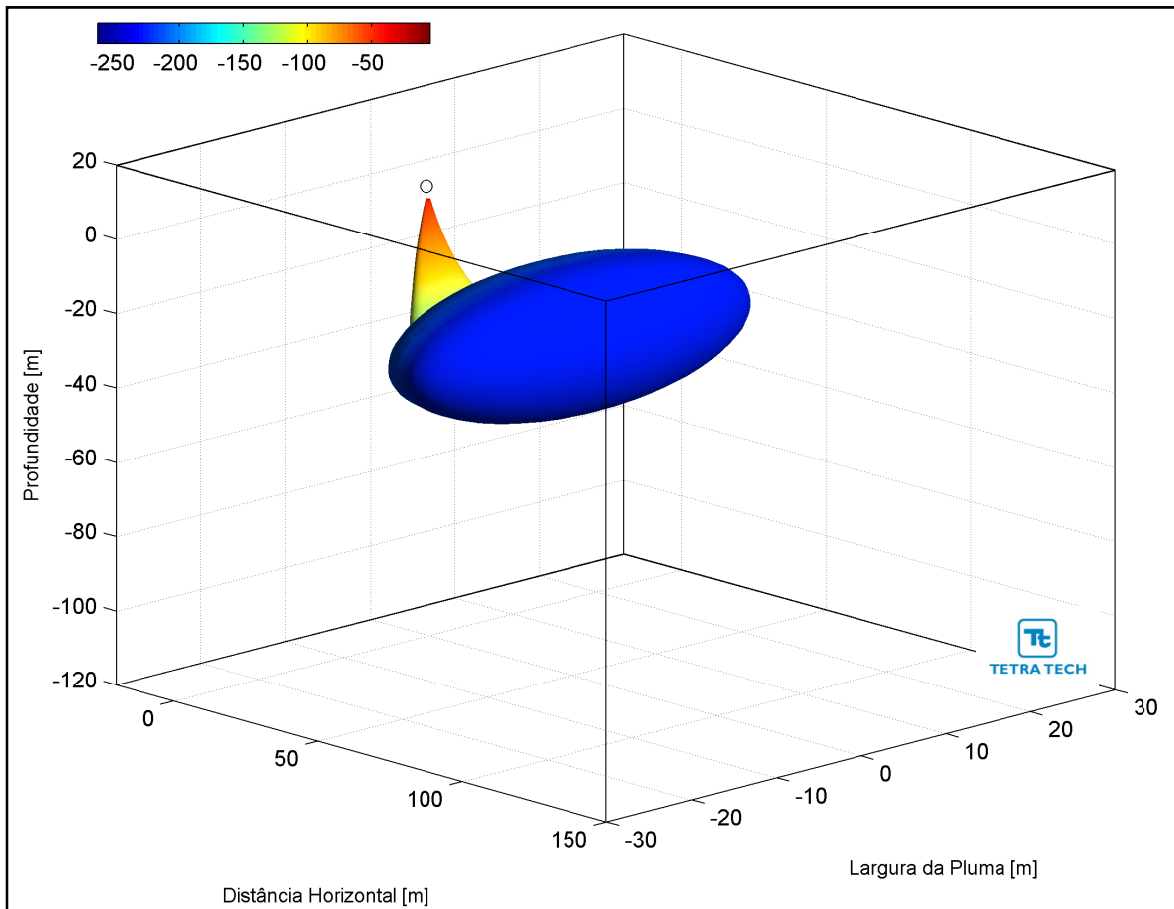


**Figura III-188** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-189) e inverno (Figura III-190), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 25 metros, não atingindo a superfície.



**Figura III-189** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco SW, no período de verão.



**Figura III-190** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco SW, no período de inverno.

A Tabela III-58 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA no 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.

**Tabela III-58 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Franco SW, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPONENTES                                  | CONCENTRAÇÃO NO PONTO DE DESCARTE (mg/L) | LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 ART. 18 (mg/L) | DILUIÇÃO MÍNIMA PARA ENQUADRAMENTO (vezes) | CONCENTRAÇÃO NO CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|--|--|---|--|--------------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
|  |  |   |  | Opção 01                             |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|  |  |   |  | Verão                                | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0                                      | 1,0   | –  | 0,0073                               | 0,0067  | 0,016    | 0,012   | 0,0037   | 0,0036  |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0                                    | –   | –  | 2,97                                 | 2,72    | 6,60     | 4,73    | 1,52     | 1,46    |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0                                  | –   | –  | 9,88                                 | 9,05    | 21,95    | 15,73   | 5,06     | 4,87    |
| Cloro (Cl)                                   | 29.185,0                                 | –   | –  | 213,50                               | 195,61  | 474,55   | 340,15  | 109,31   | 105,21  |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0                                     | –   | –  | 0,20                                 | 0,19    | 0,46     | 0,33    | 0,105    | 0,101   |
| Ferro total                                  | 1,0                                      | 0,3   | 3,3  | 0,0073                               | 0,0067  | 0,016    | 0,012   | 0,0037   | 0,0036  |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0                                  | –   | –  | 40,09                                | 36,73   | 89,11    | 63,87   | 20,52    | 19,75   |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0                                      | 0,4   | 2,5  | 0,0073                               | 0,0067  | 0,016    | 0,012   | 0,0037   | 0,0036  |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0                                    | –   | –  | 3,8                                  | 3,49    | 8,46     | 6,06    | 1,95     | 1,87    |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0                                 | –   | –  | 102,19                               | 93,63   | 227,14   | 162,81  | 52,32    | 50,36   |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0                                 | –   | –  | 96,45                                | 88,37   | 214,39   | 153,67  | 49,38    | 47,53   |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco SW, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias de, aproximadamente, 6 m do ponto de lançamento.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo no período de verão através da Opção 02 para a CENO com biocida. Esta diluição só é alcançada no domínio do campo afastado, cujas características e resultados são apresentados no Item III.2.

Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 28 m do ponto de lançamento.

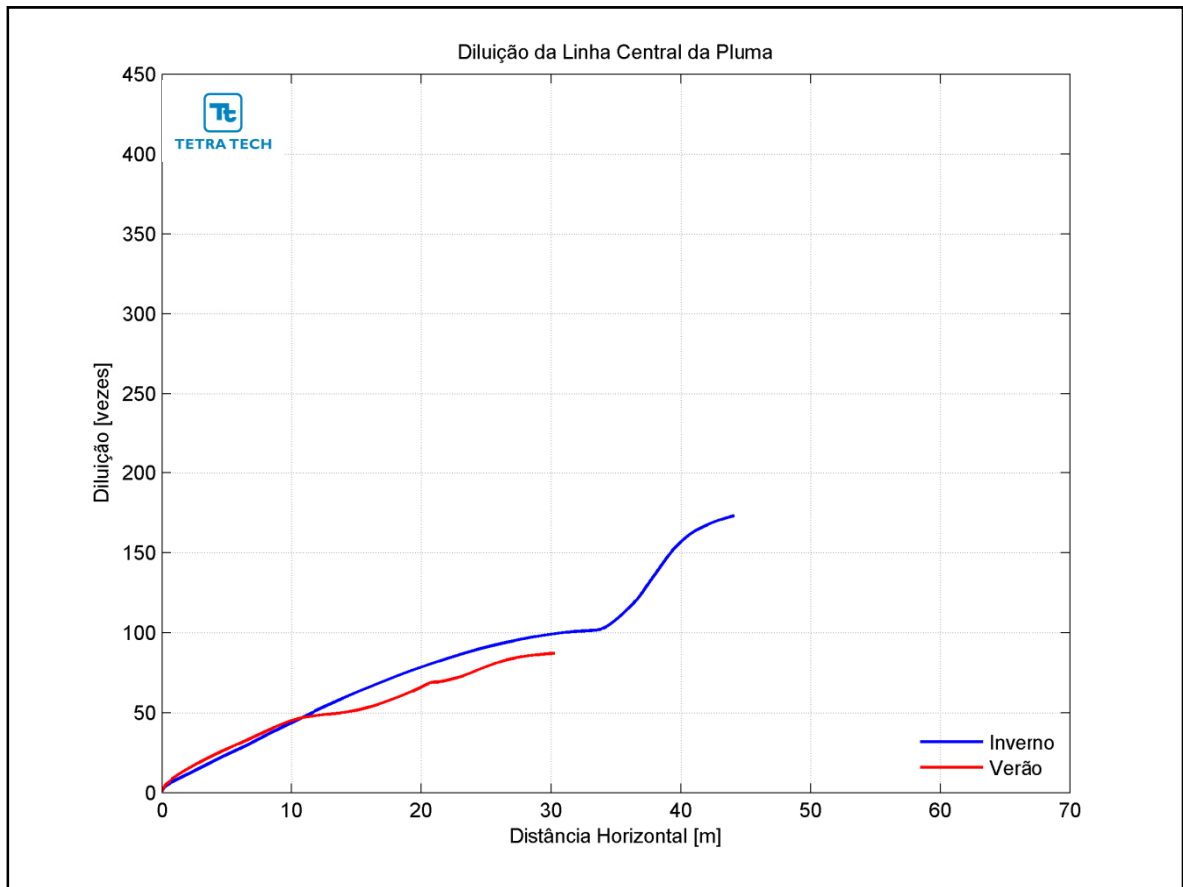
### III.1.5.10 *Desenvolvimento da Produção de Franco Sul*

A Tabela III-59 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP de Franco Sul. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-59** - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Franco Sul.

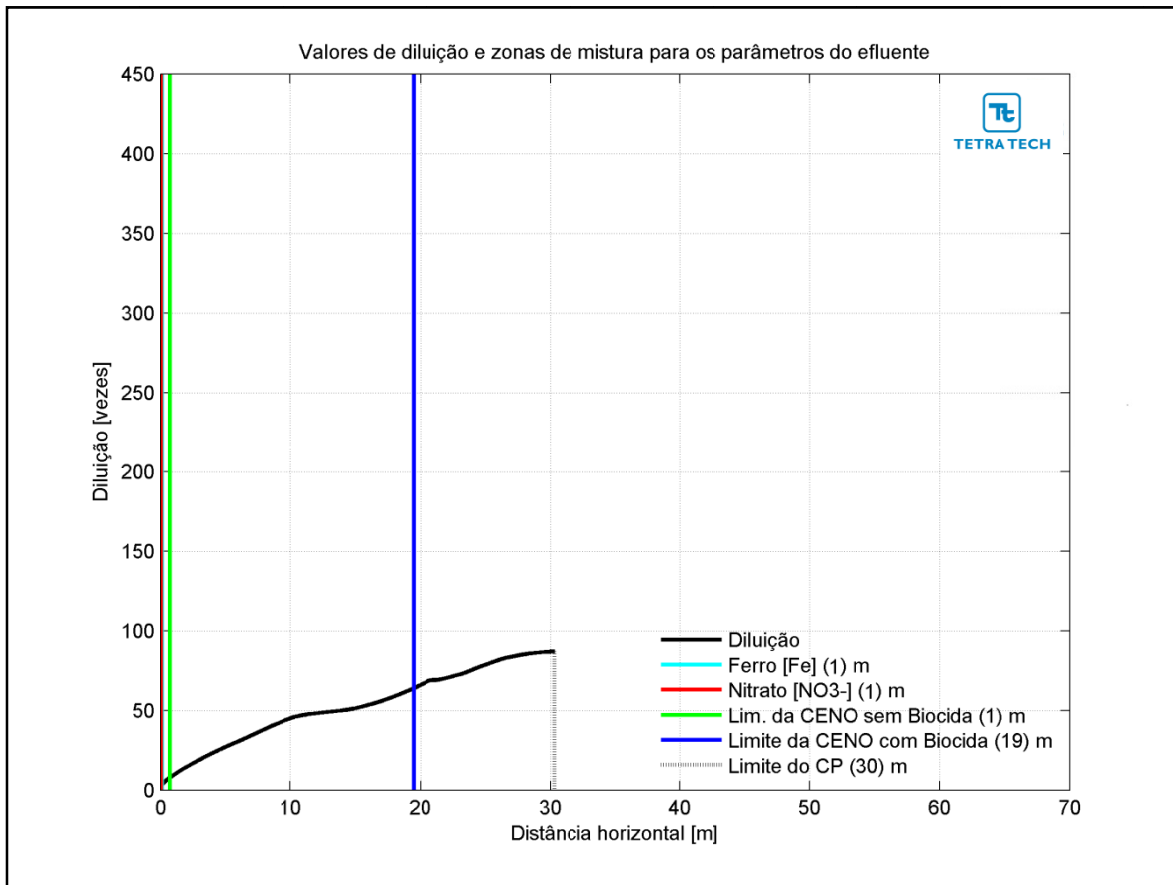
| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 87,1     | 173,1   | 36,0     | 113,7   | 163,9    | 443,1   |
| Espessura final da pluma (m)       | 5,1      | 10,8    | 3,8      | 8,7     | 35,4     | 17,3    |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 30,4     | 44,1    | 22,9     | 39,6    | 33,9     | 61,7    |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 19,5     | 23,2    | 15,2     | 16,3    | 21,3     | 25,7    |

A Figura III-191 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.



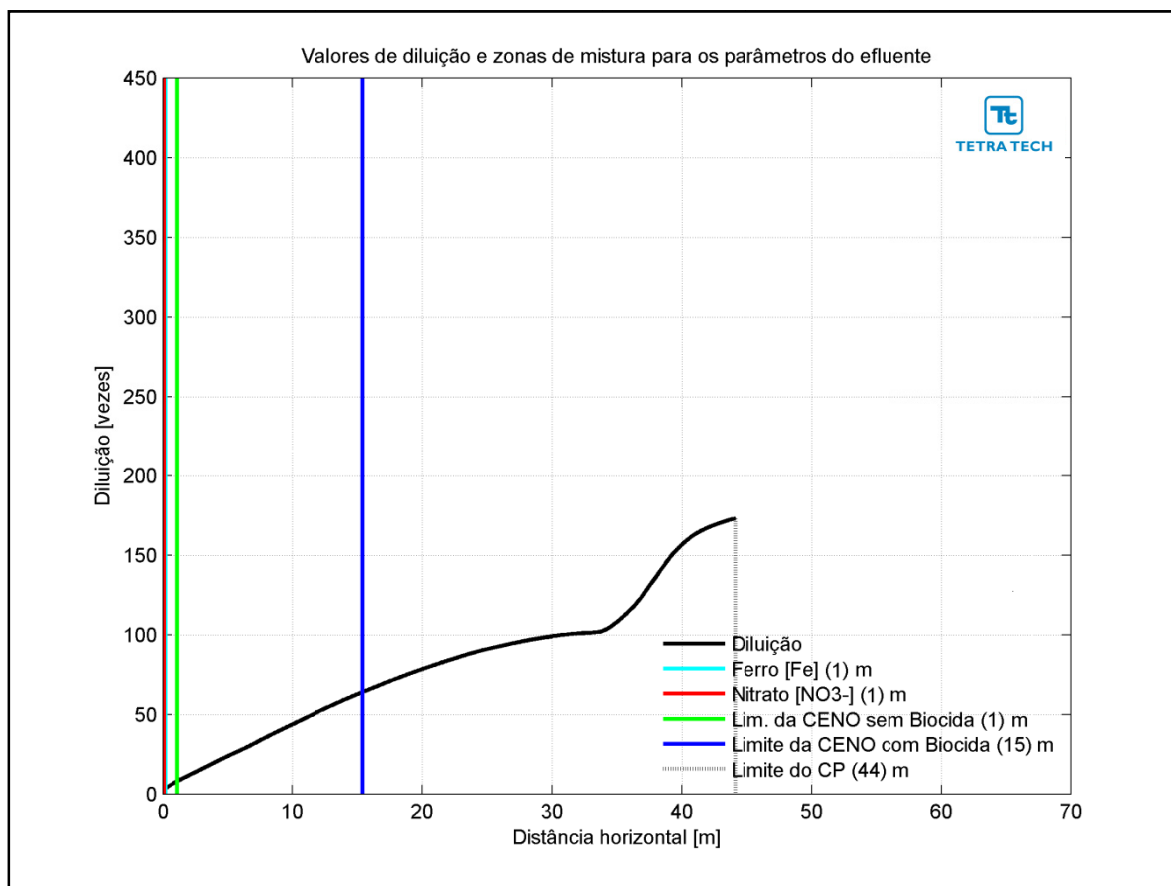
**Figura III-191** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-192 e na Figura III-193 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância inferior a 19 m no verão e 15 m no inverno. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 30 m no verão para 44 m no inverno.



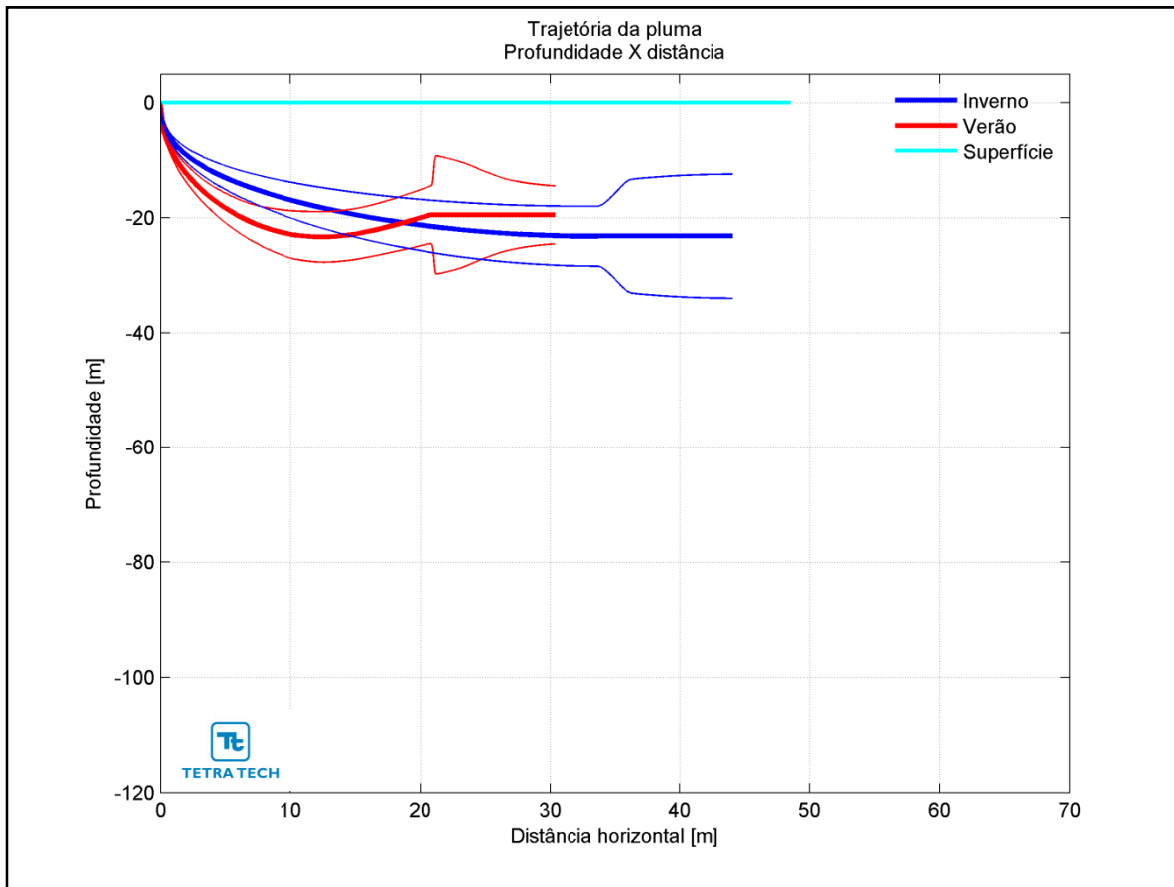
**Figura III-192** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



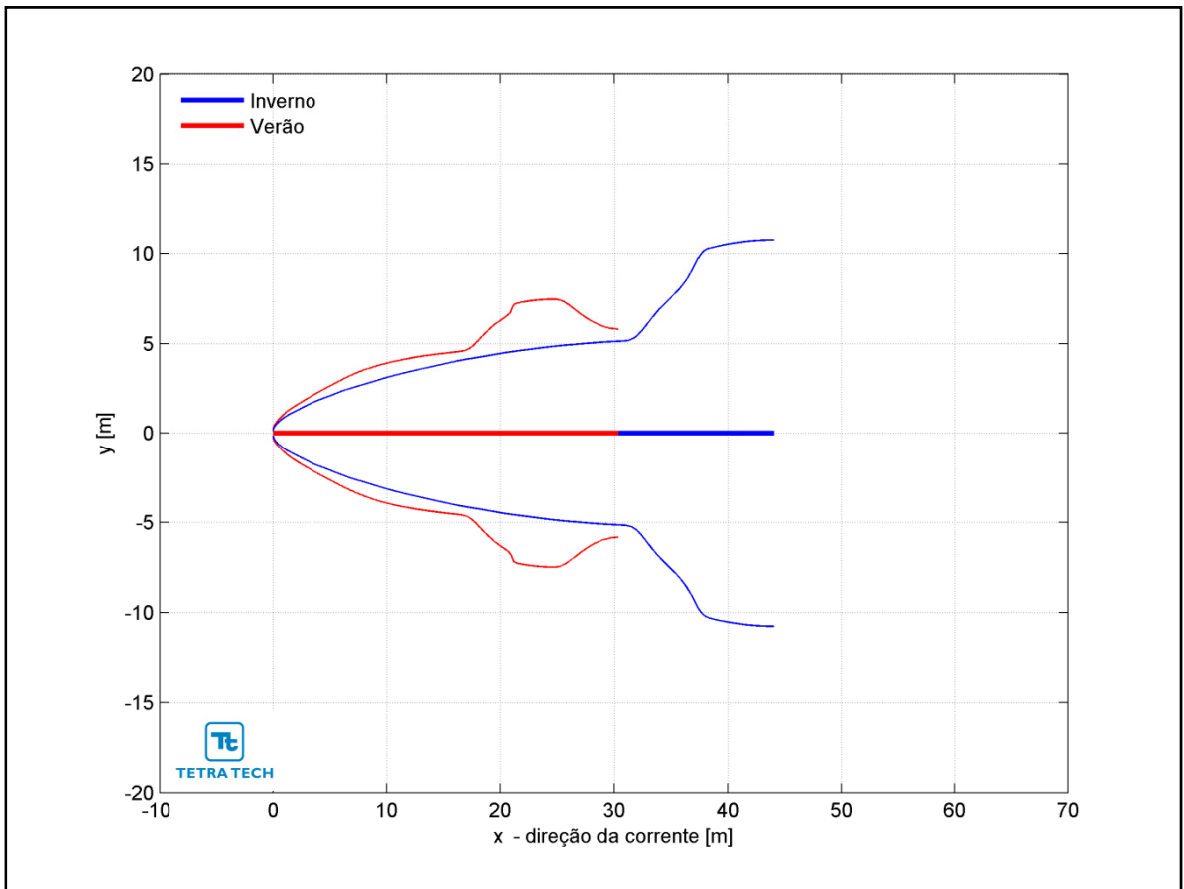


**Figura III-193** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-194 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 20 e 23 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-195 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

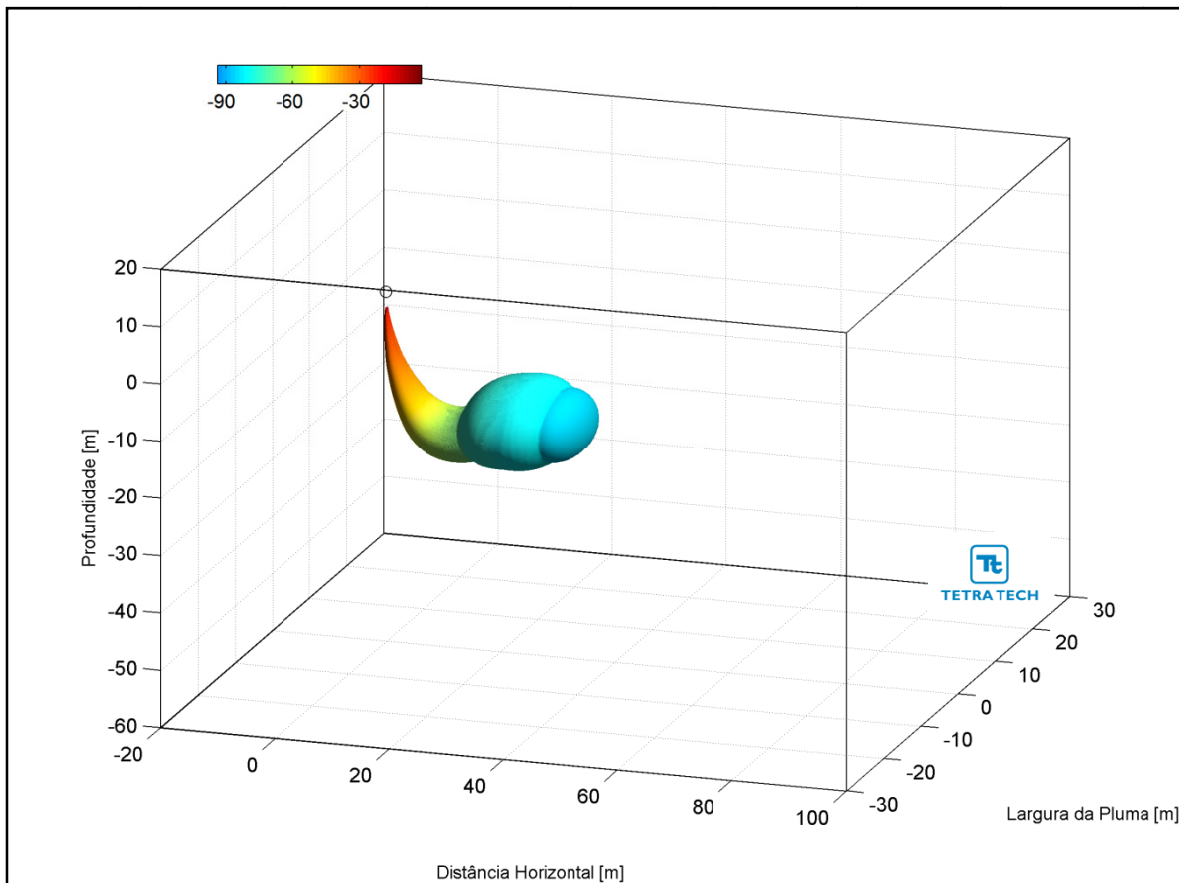


**Figura III-194** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno.

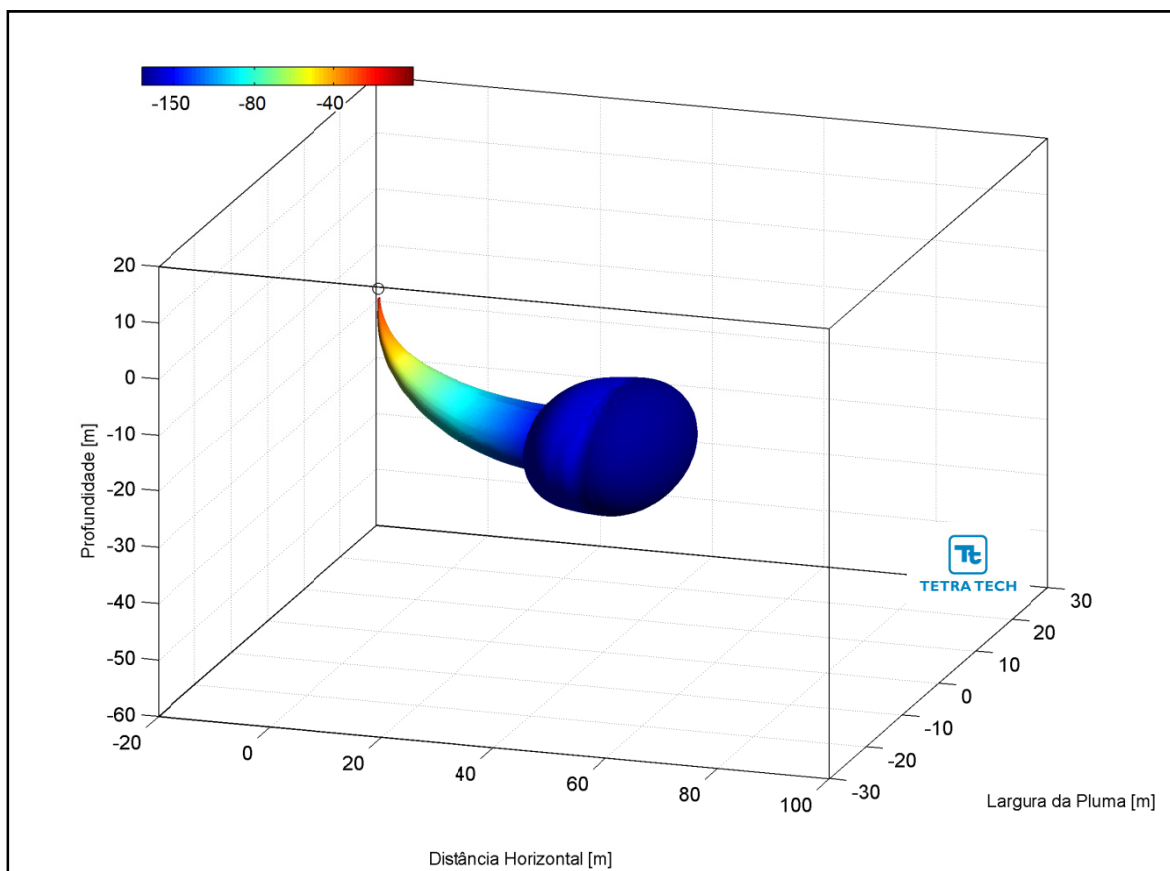


**Figura III-195 - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno.**

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-196) e inverno (Figura III-197), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 22 metros, não atingindo a superfície.

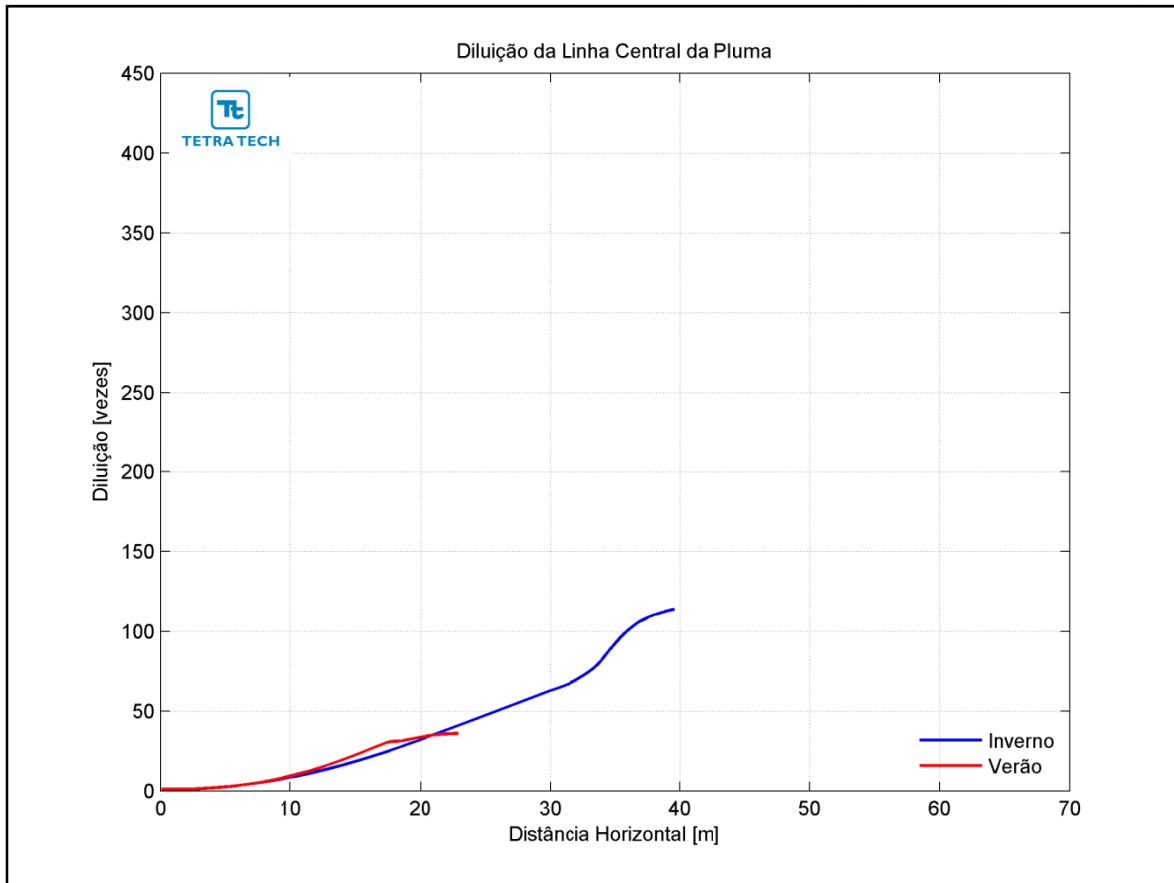


**Figura III-196** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco Sul, no período de verão.



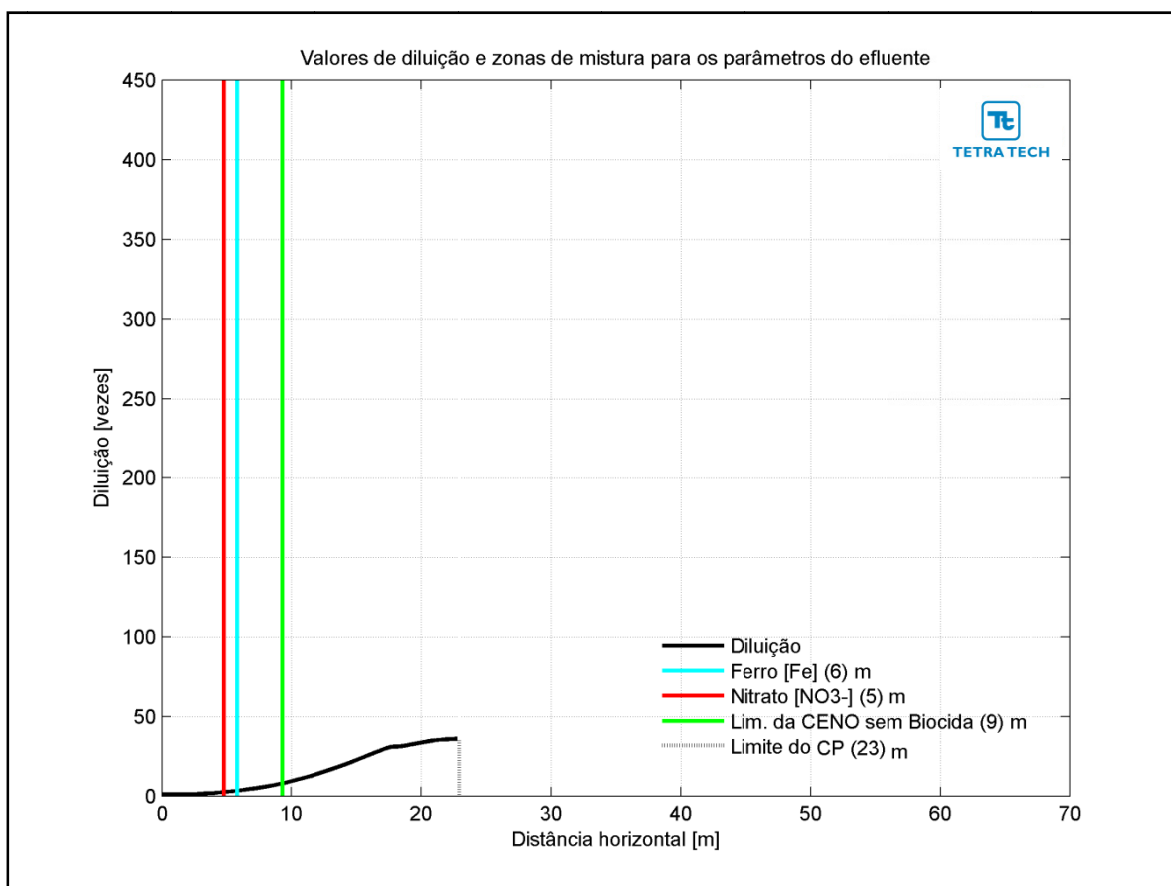
**Figura III-197 - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco Sul, no período de inverno.**

A Figura III-198 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

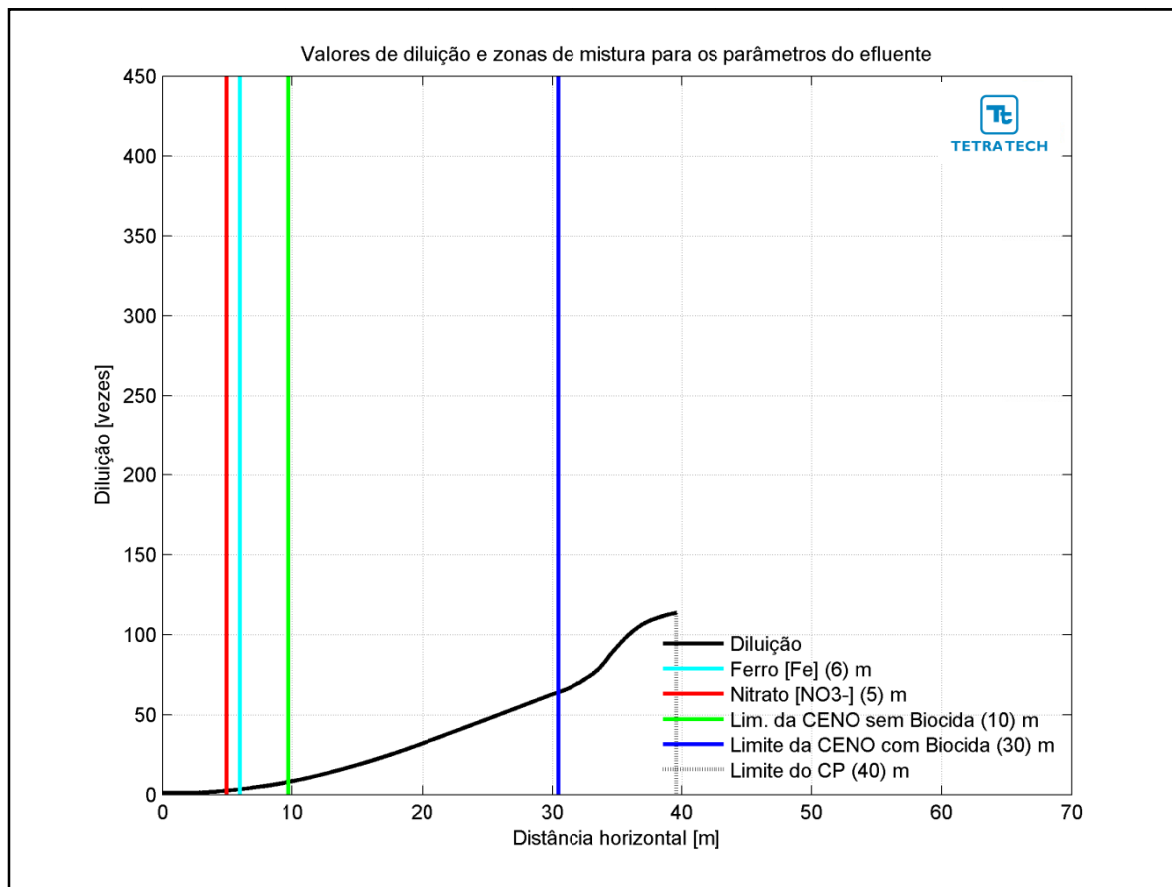


**Figura III-198 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno.**

Na Figura III-199 e na Figura III-200 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul e só há o enquadramento na legislação no período de inverno, a cerca de 30 m do ponto de lançamento. A posição da CENO sem biocida é indicada pela linha verde, e seu enquadramento ocorre a uma distância de cerca de 10 m. Para os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) as posições de enquadramento são todas inferiores a 6 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 23 m no verão para 40 m no inverno.



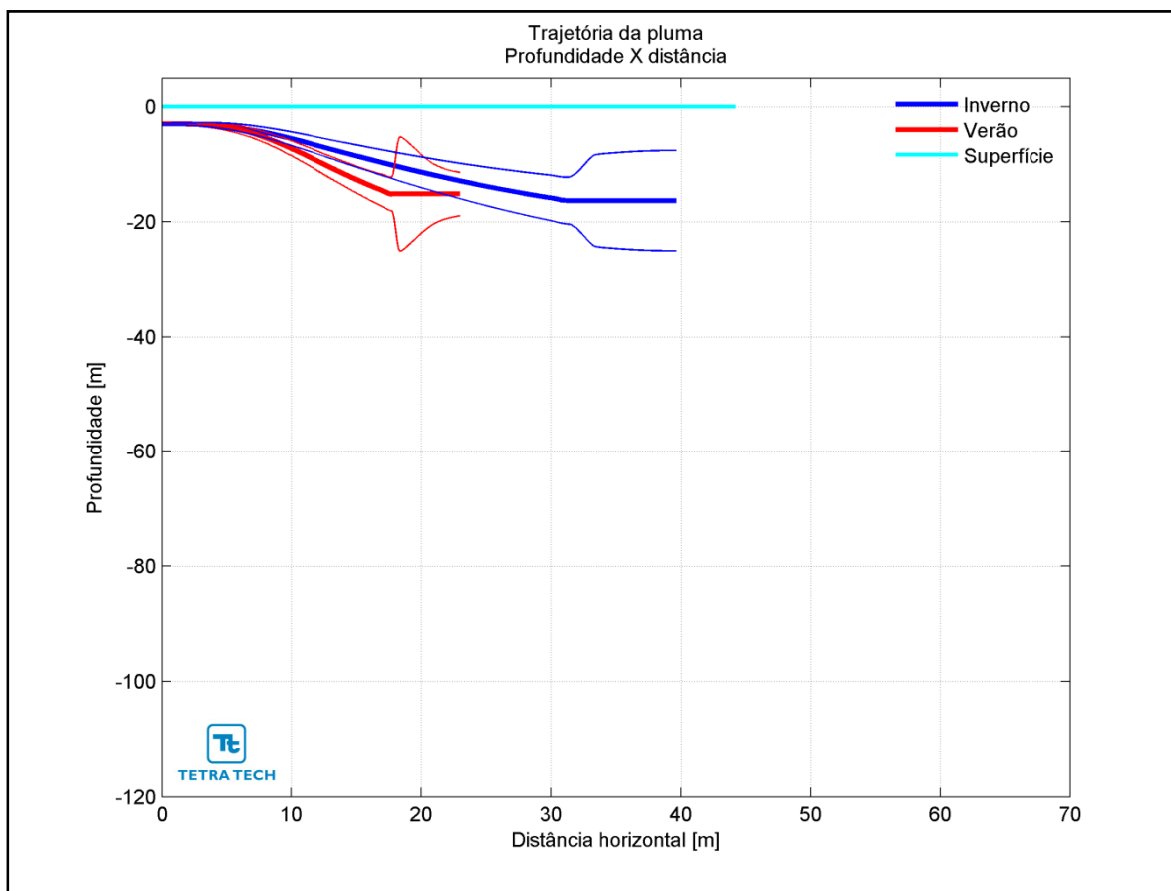
**Figura III-199** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



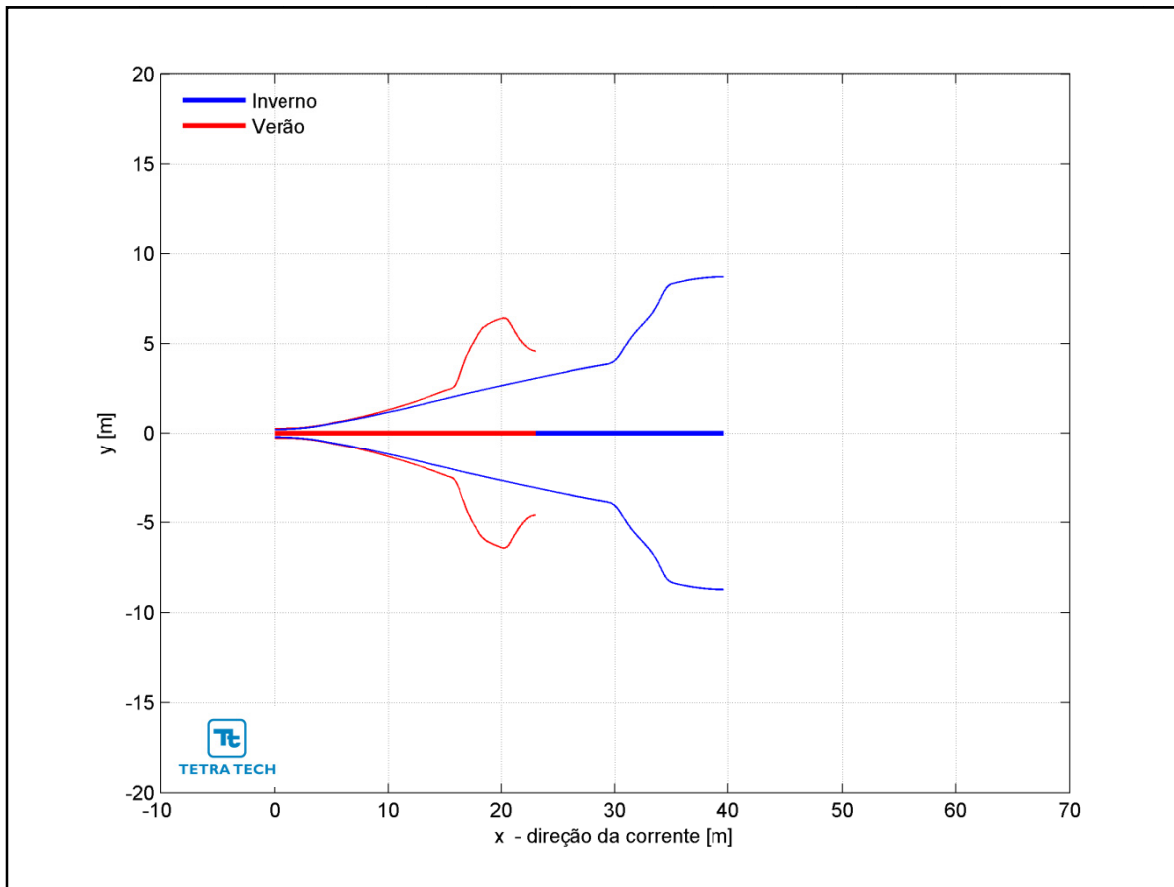
**Figura III-200** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-201 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 15 e 16 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-202 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



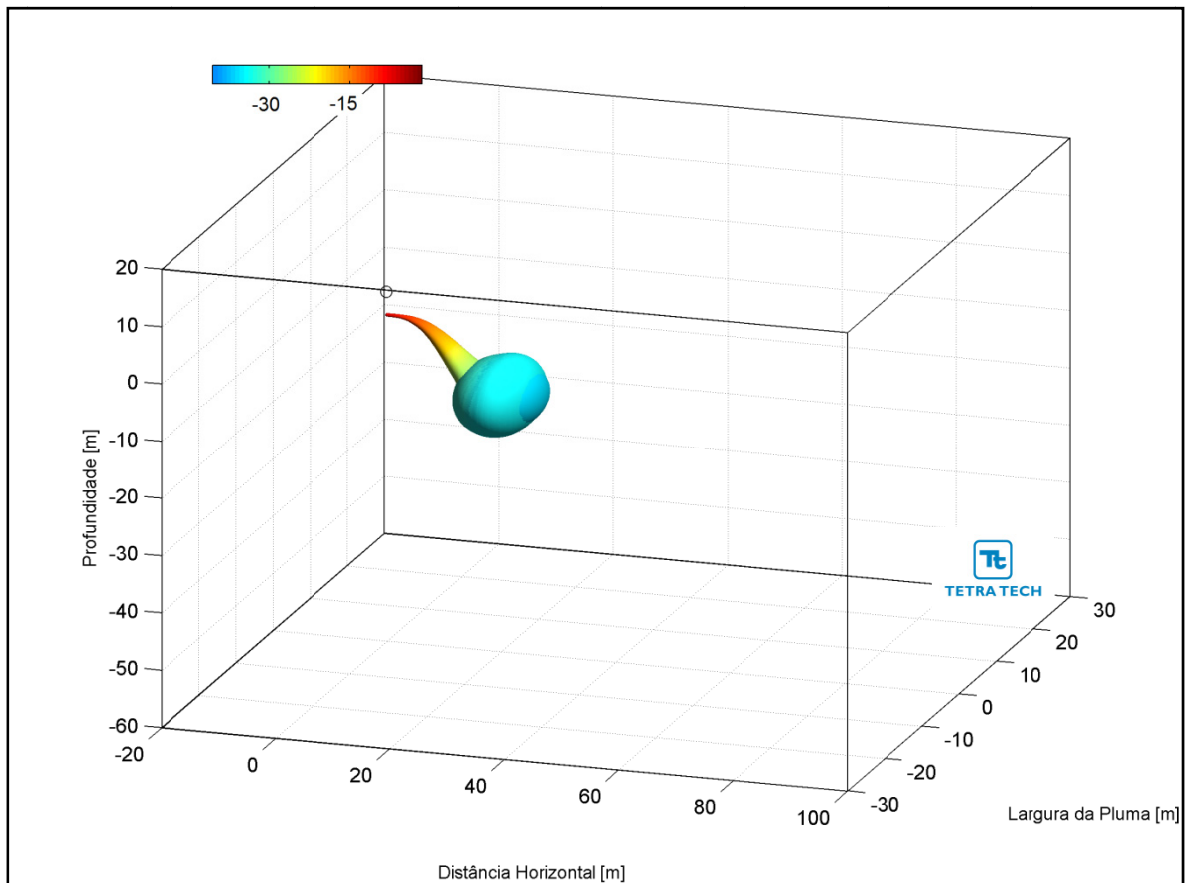


**Figura III-201 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno.**

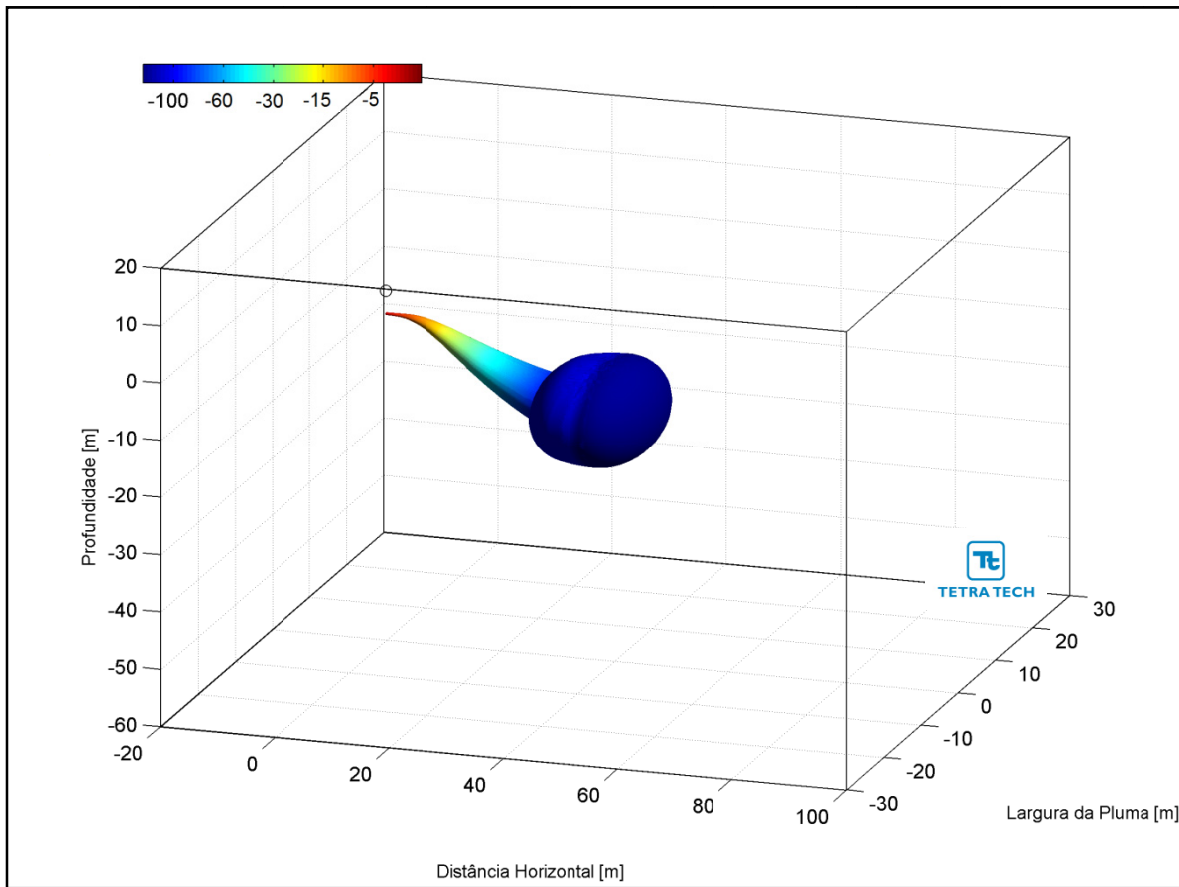


**Figura III-202** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-203) e inverno (Figura III-204), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 16 metros, não atingindo a superfície.

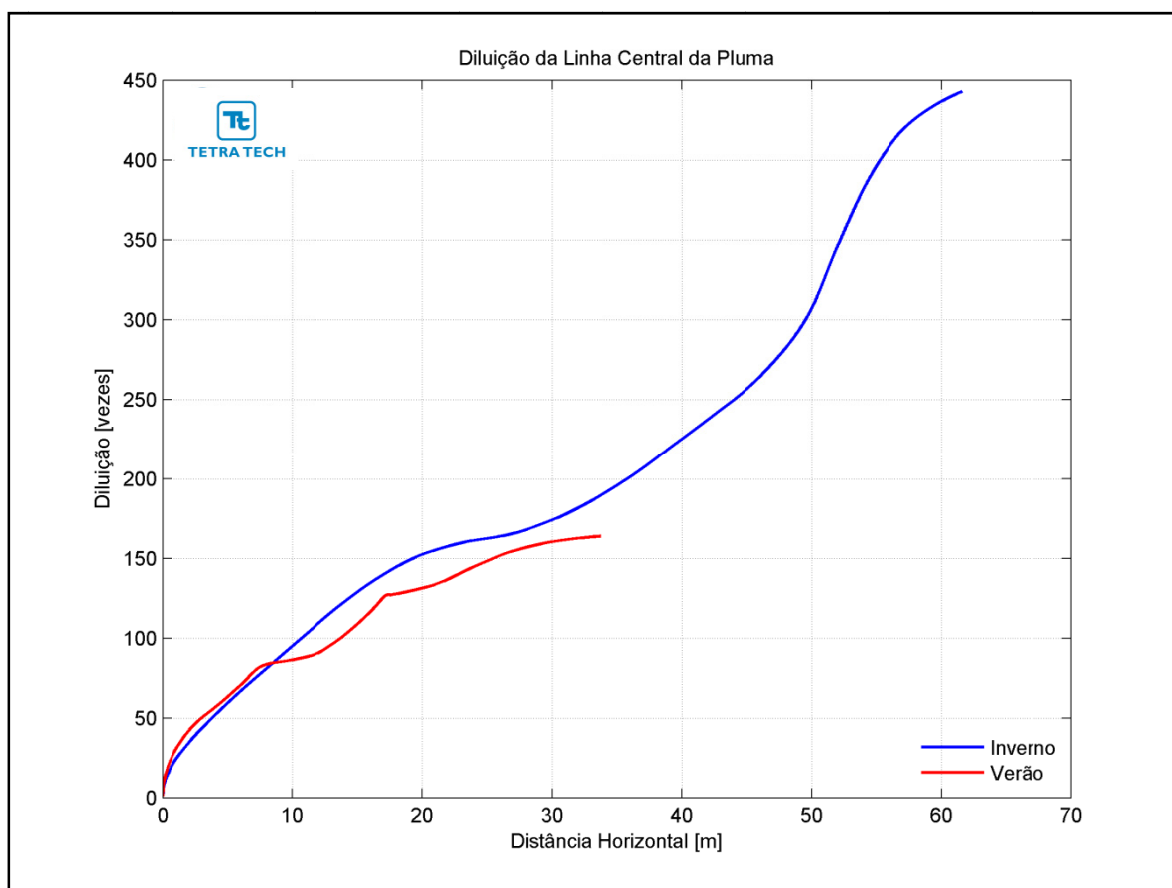


**Figura III-203** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco Sul, no período de verão.



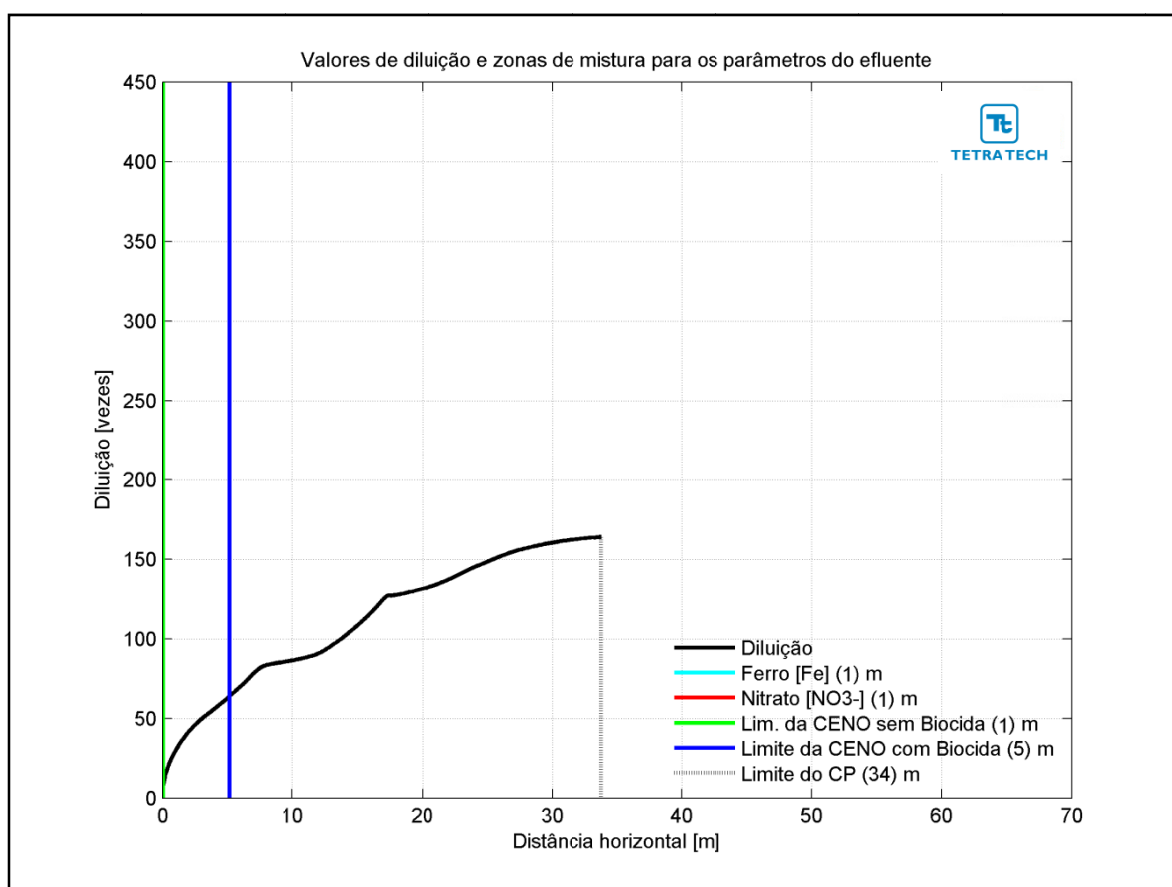
**Figura III-204** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco Sul, no período de inverno.

A Figura III-205 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

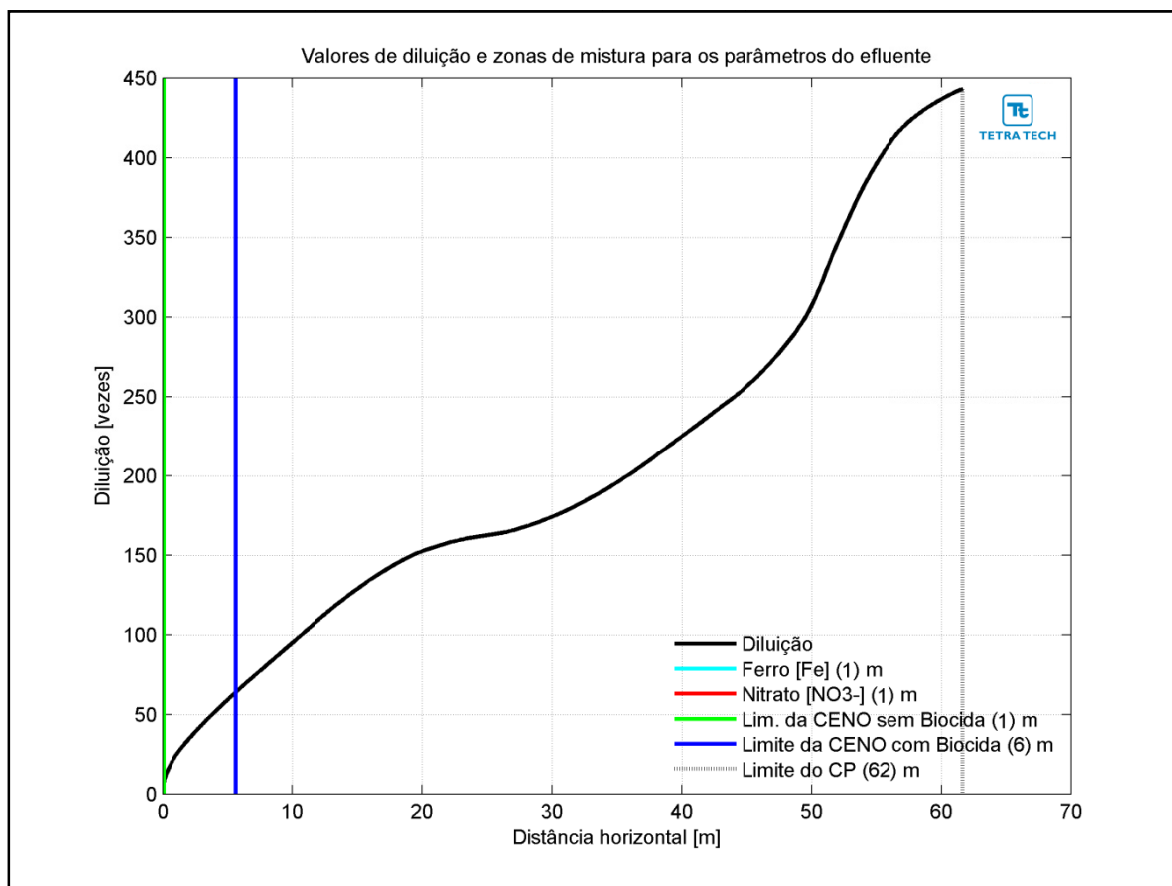


**Figura III-205 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno.**

Na Figura III-206 e na Figura III-207 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância inferior a 6 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 34 m no verão para 62 m no inverno.

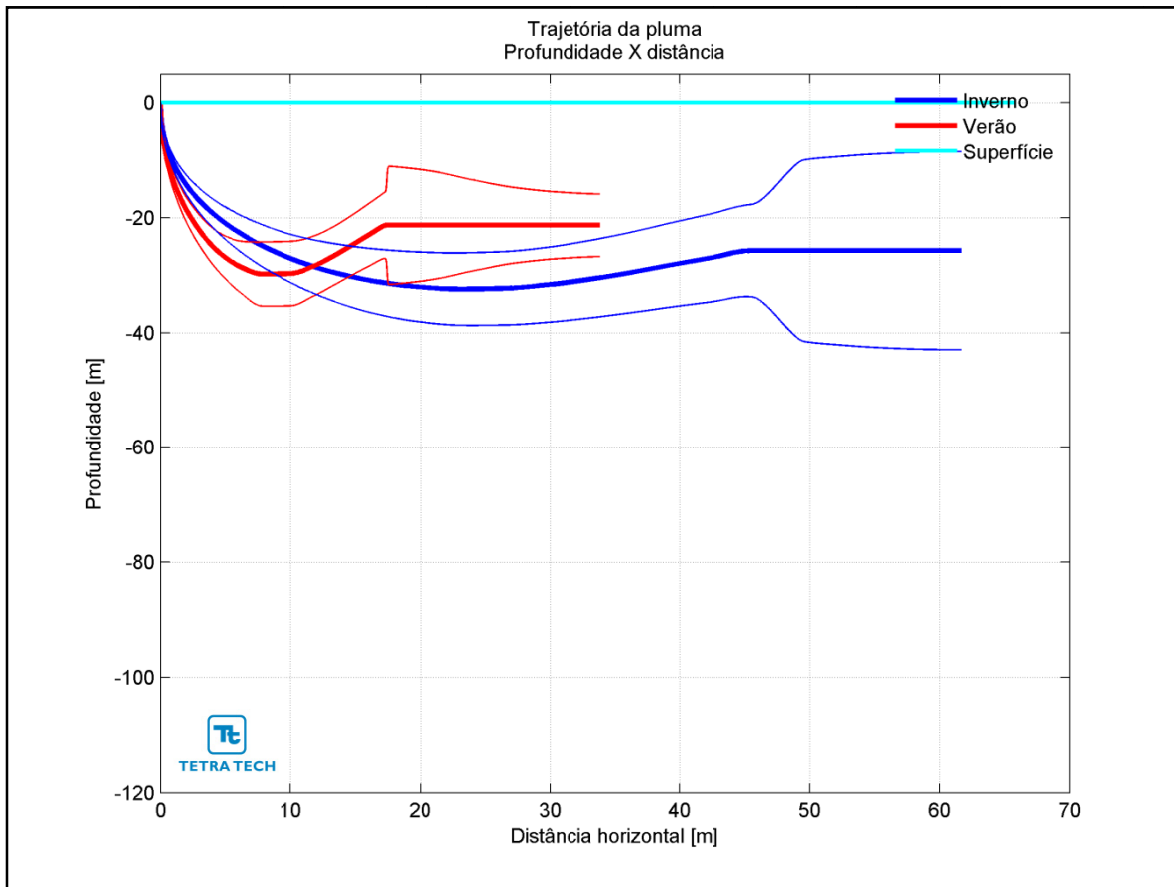


**Figura III-206** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco Sul, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



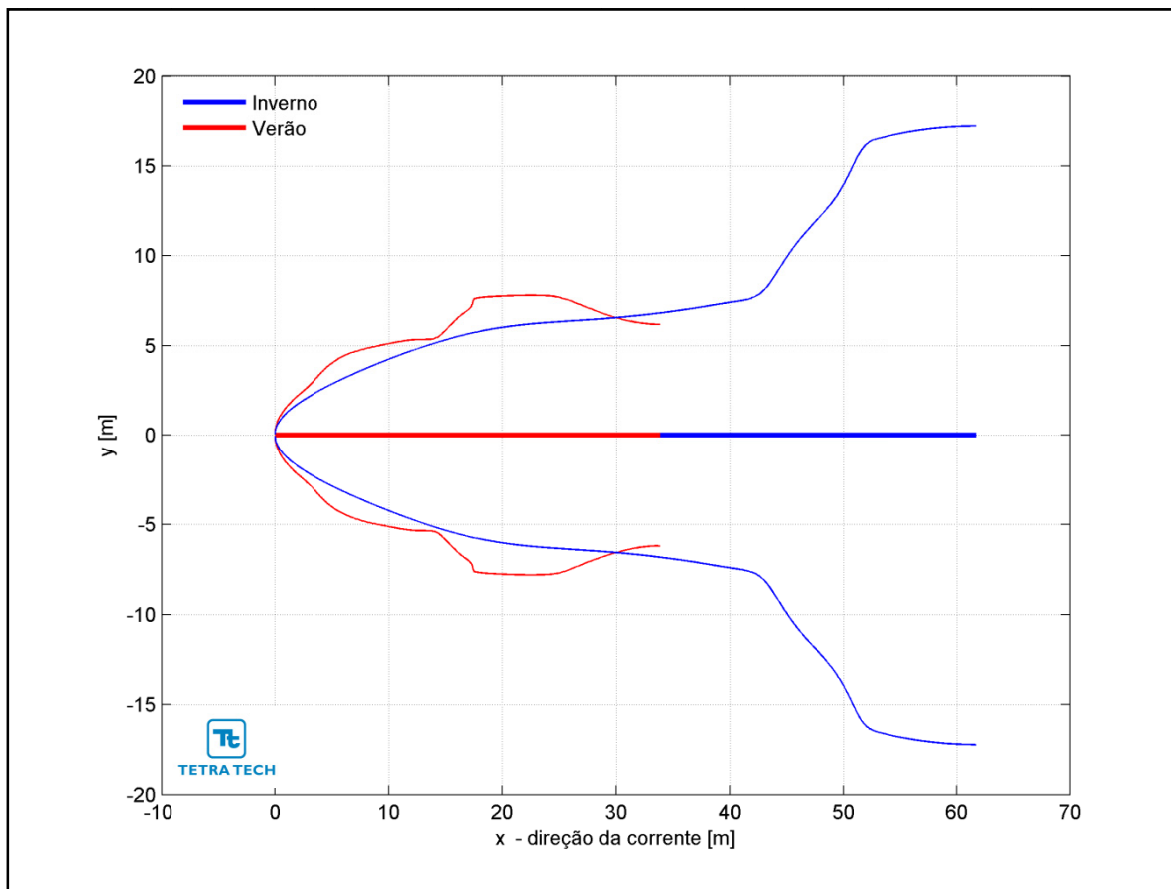
**Figura III-207** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco Sul, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-208 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 21 e 26 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-209 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



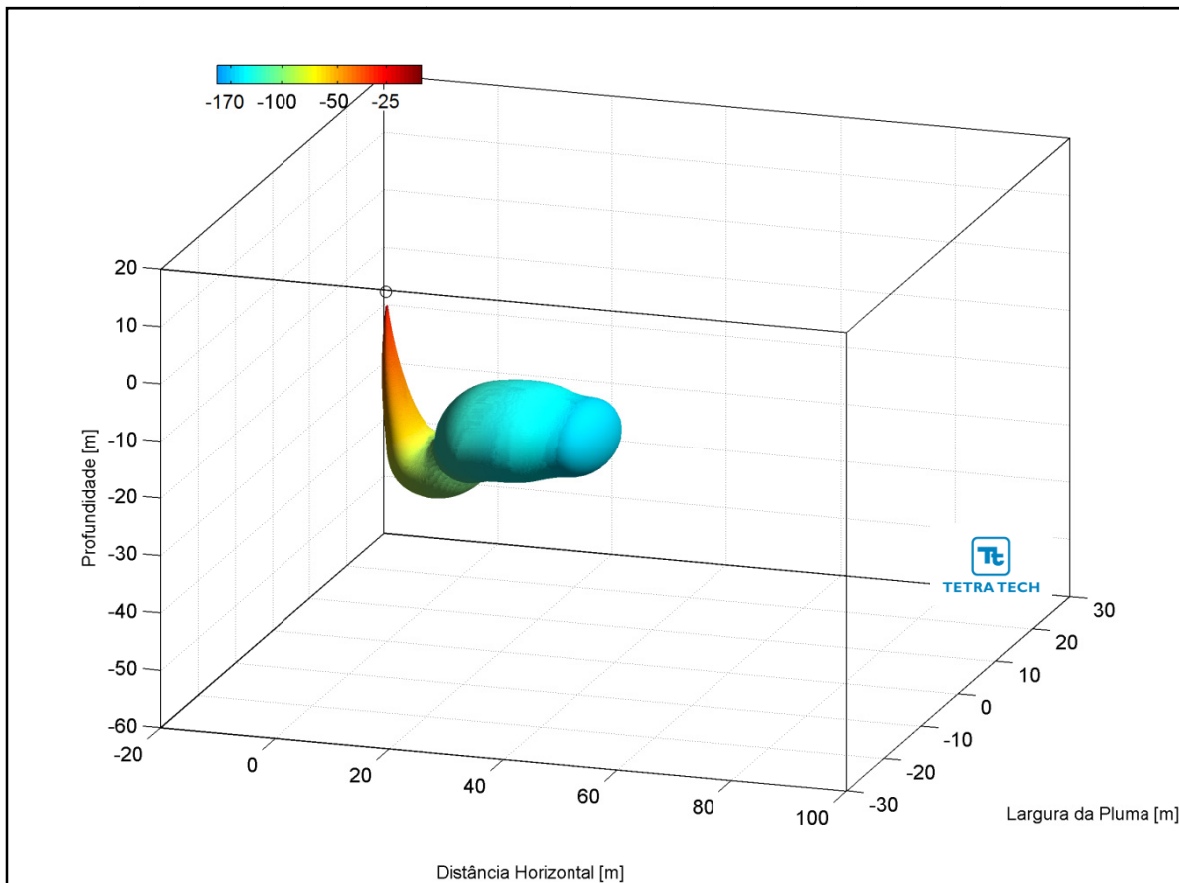
**Figura III-208 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno.**



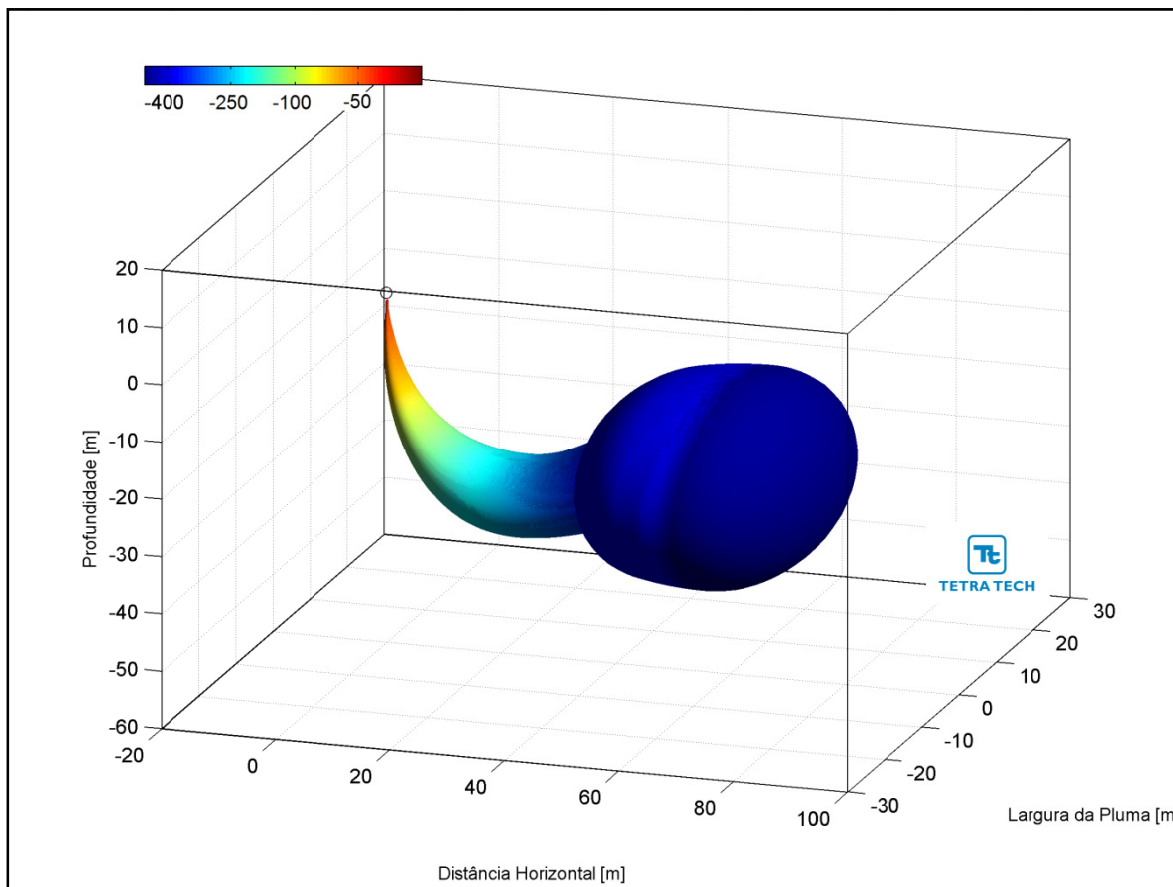


**Figura III-209** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-210) e inverno (Figura III-211), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 23 metros, não atingindo a superfície.



**Figura III-210** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco Sul, no período de verão.



**Figura III-211** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco Sul, no período de inverno.

A Tabela III-60 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA no 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.

**Tabela III-60 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Franco Sul, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPO-<br>NENTES                                | CONCEN-<br>TRAÇÃO<br>NO PONTO<br>DE<br>DESCARTE<br>(mg/L) | LIMITE<br>RESOLUÇÃO<br>CONAMA<br>357/05<br>ART. 18<br>(mg/L) | DILUIÇÃO<br>MÍNIMA<br>PARA<br>ENQUADRA-<br>MENTO<br>(vezes) | CONCENTRAÇÃO NO<br>CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|---|---|--|---|---|---------|----------|---------|----------|---------|
|   |   |  |   | Opção 01                                |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|   |   |  |   | Verão                                   | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                       | 1,0   | 1,0  | –   | 0,011                                   | 0,006   | 0,028    | 0,0009  | 0,006    | 0,002   |
| Bicarbonato<br>(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0   | –  | –   | 4,66                                    | 2,35    | 11,28    | 3,57    | 2,48     | 0,92    |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                      | 1.350,0   | –  | –   | 15,50                                   | 7,80    | 37,50    | 11,87   | 8,24     | 3,05    |
| Cloro (Cl <sup>-</sup> )                        | 29.185,0  | –  | –   | 335,07                                  | 168,60  | 810,69   | 256,68  | 178,07   | 65,87   |
| Estrôncio<br>(Sr <sup>++</sup> )                | 28,0  | –  | –   | 0,32                                    | 0,16    | 0,78     | 0,25    | 0,17     | 0,06    |
| Ferro total                                     | 1,0   | 0,3  | 3,3   | 0,011                                   | 0,006   | 0,028    | 0,0009  | 0,006    | 0,002   |
| Magnésio<br>(Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0   | –  | –   | 62,92                                   | 31,66   | 152,22   | 48,20   | 33,44    | 12,37   |
| Nitrato<br>(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0   | 0,4  | 2,5   | 0,011                                   | 0,006   | 0,028    | 0,0009  | 0,006    | 0,002   |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                      | 520,0   | –  | –   | 5,97                                    | 3,00    | 14,44    | 4,57    | 3,17     | 1,17    |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                        | 13.969,0  | –  | –   | 160,38                                  | 80,70   | 388,03   | 122,86  | 85,23    | 31,53   |
| Sulfato<br>(SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0  | –  | –   | 151,38                                  | 76,17   | 366,25   | 115,96  | 80,45    | 29,76   |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco Sul, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias de, aproximadamente, 6 m do ponto de lançamento.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo através da Opção 02, no período de verão, para a CENO com biocida. Esta diluição só é alcançada no domínio do campo afastado, cujas características e resultados são apresentados no Item III.2.

Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 30 m do ponto de lançamento.

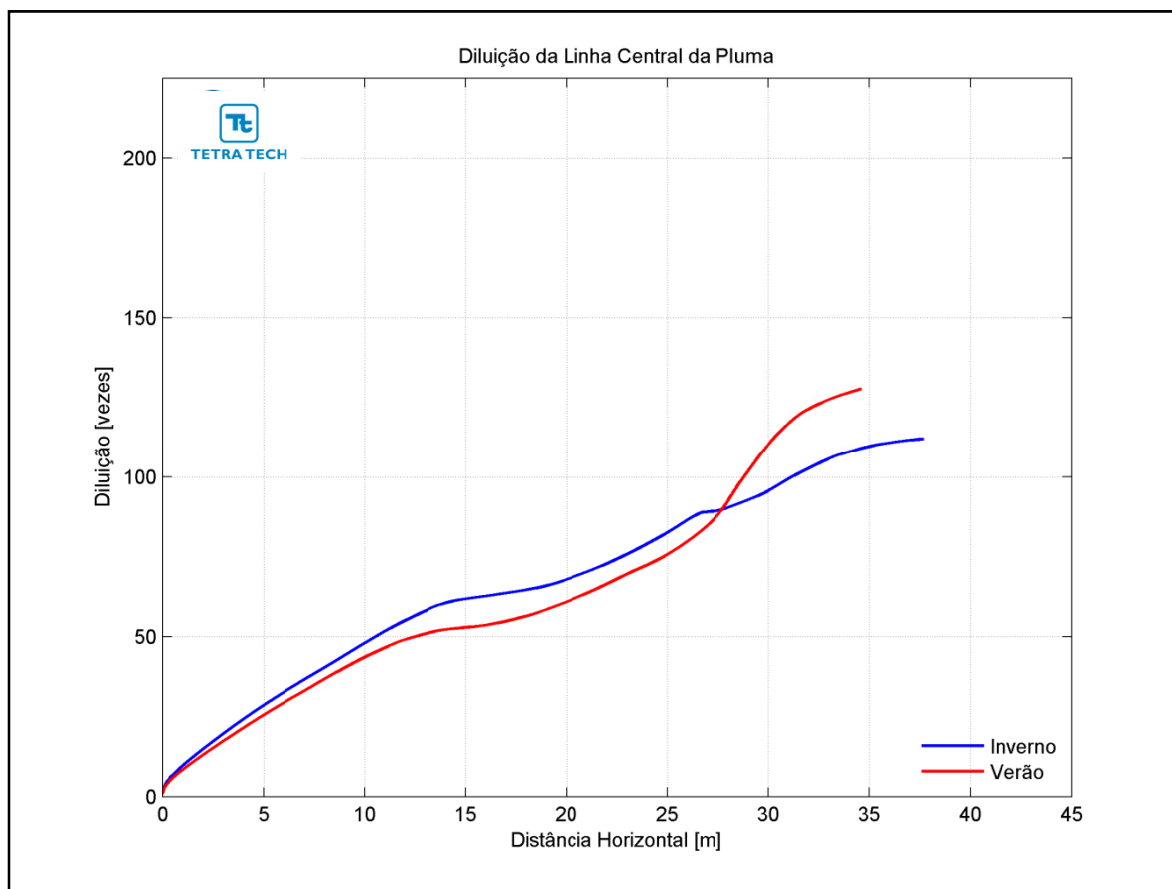
### III.1.5.11 Desenvolvimento da Produção de Franco 1

A Tabela III-61 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP de Franco 1. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-61 - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Franco 1.**

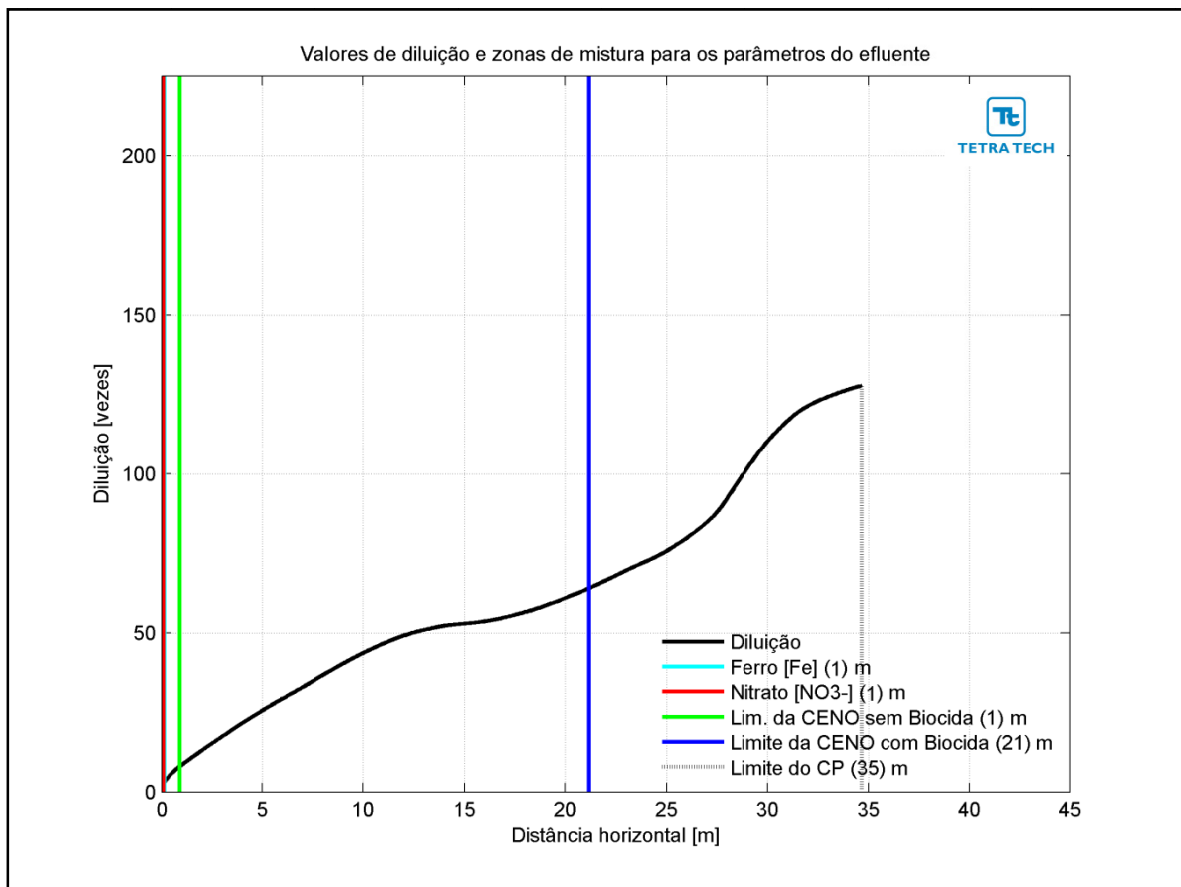
| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 127,8    | 112,0   | 57,3     | 46,5    | 177,9    | 200,9   |
| Espessura final da pluma (m)       | 10,6     | 6,2     | 7,1      | 4,6     | 6,2      | 6,9     |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 34,7     | 37,8    | 24,8     | 27,3    | 33,6     | 39,7    |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 17,9     | 23,2    | 14,0     | 17,9    | 20,8     | 35,5    |

A Figura III-212 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

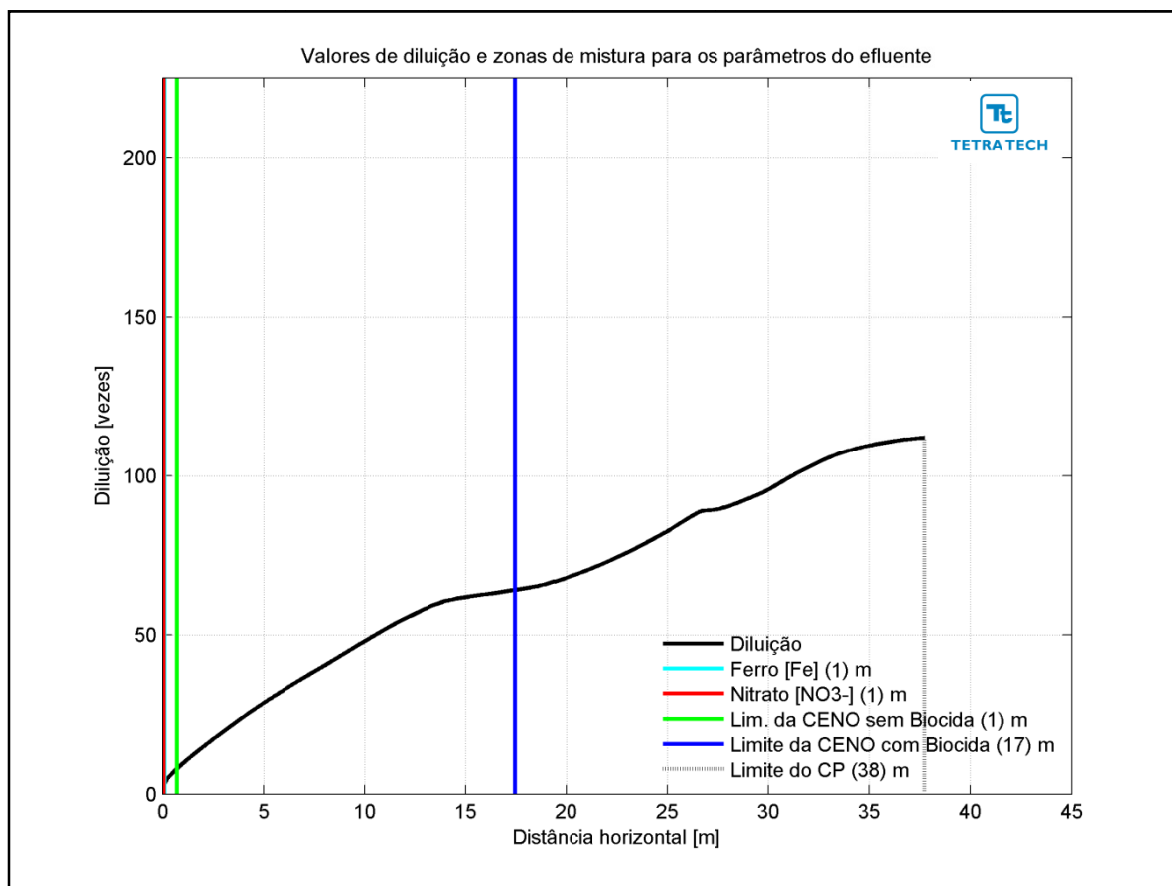


**Figura III-212** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-213 e na Figura III-214 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância inferior a 21 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 35 m no verão para 38 m no inverno.



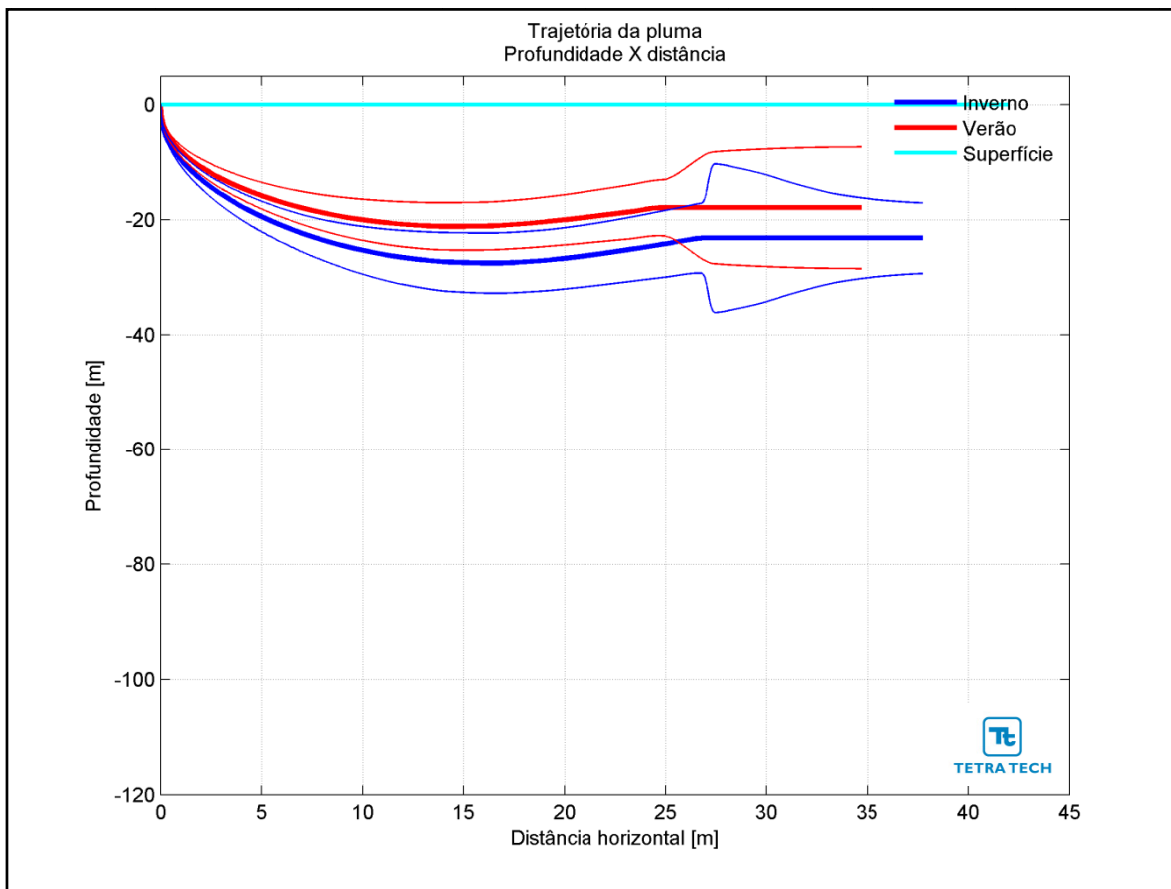
**Figura III-213** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco 1, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



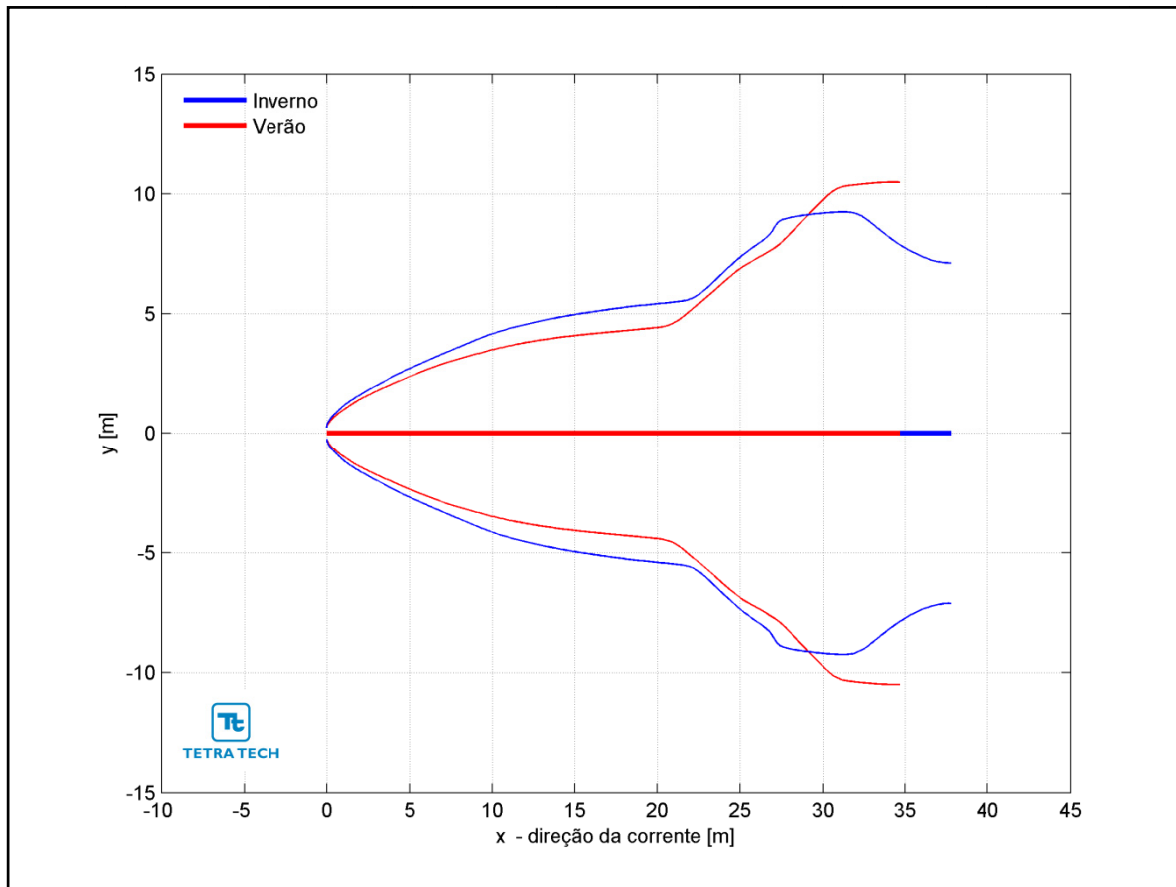
**Figura III-214** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco 1, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-215 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 18 e 23 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-216 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



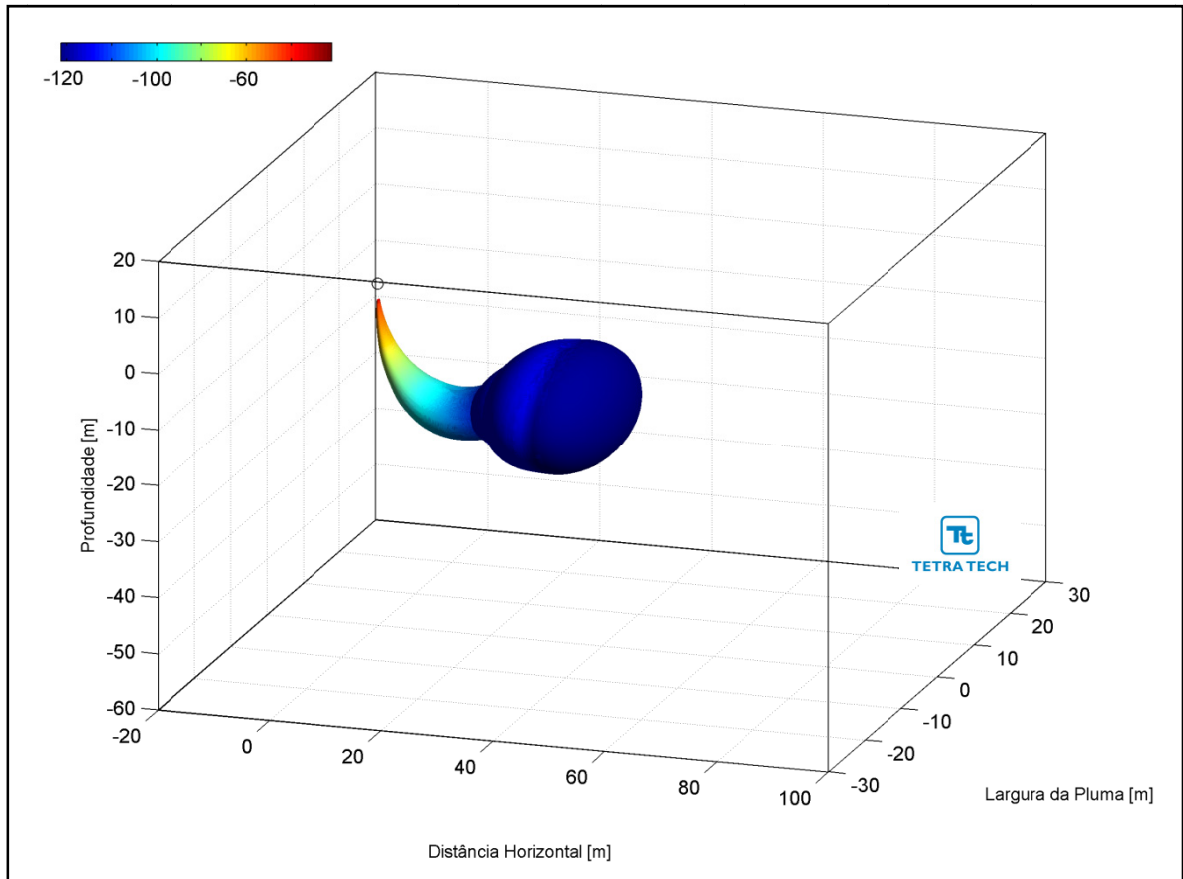


**Figura III-215 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno.**

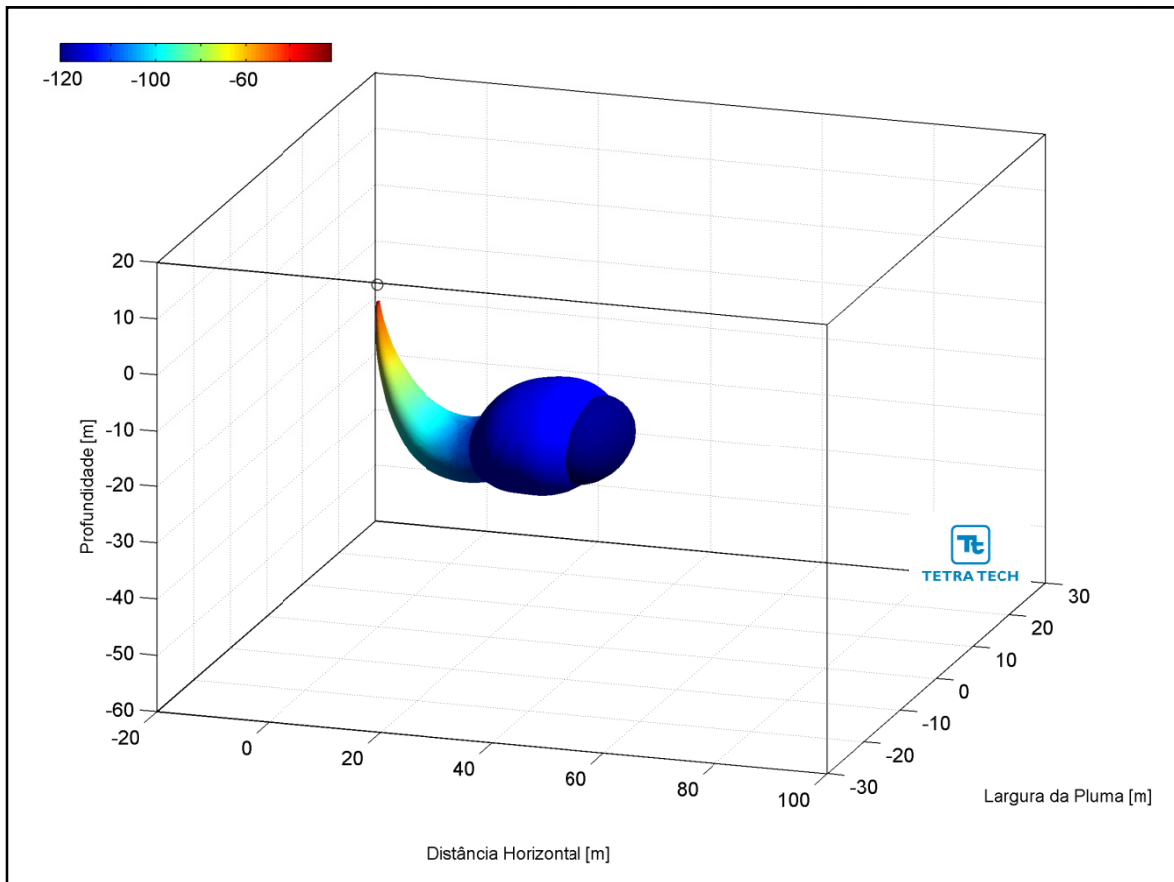


**Figura III-216** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-217) e inverno (Figura III-218), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 20 metros, não atingindo a superfície.

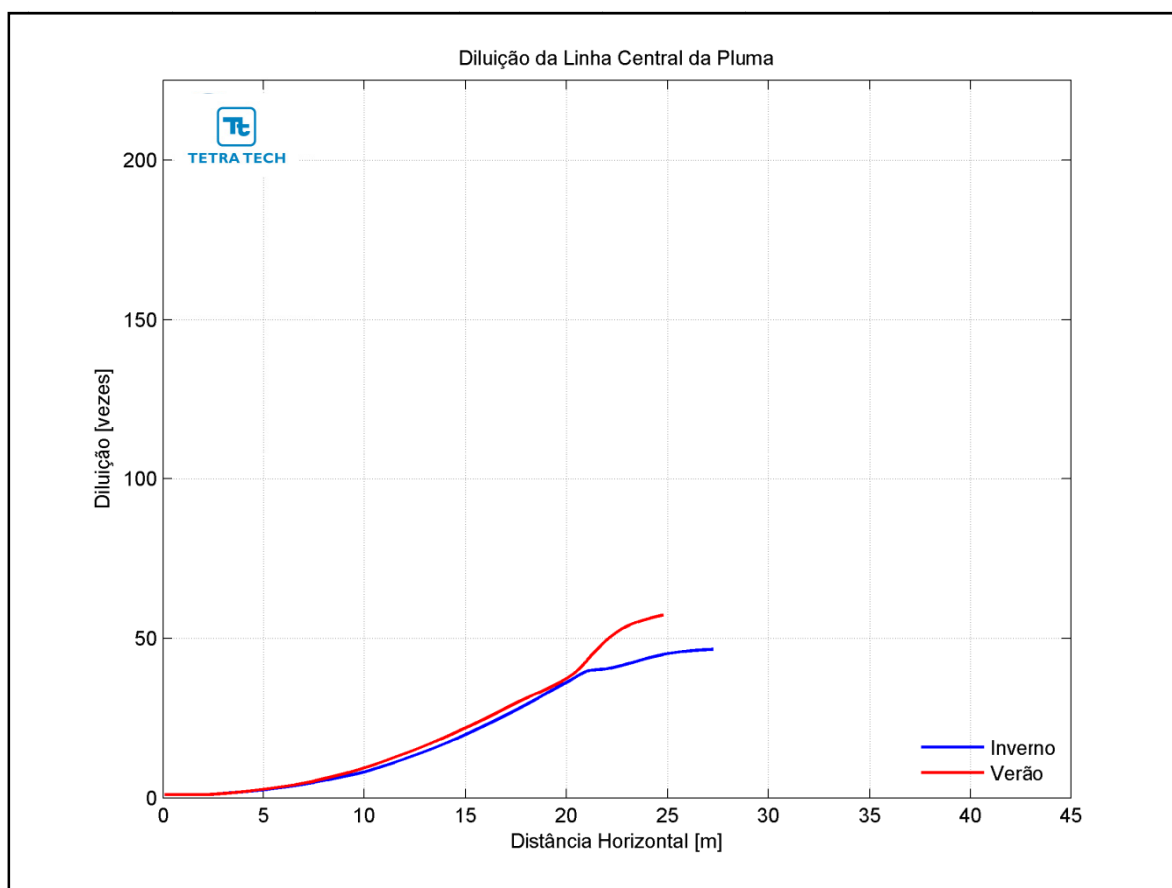


**Figura III-217** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco 1, no período de verão.



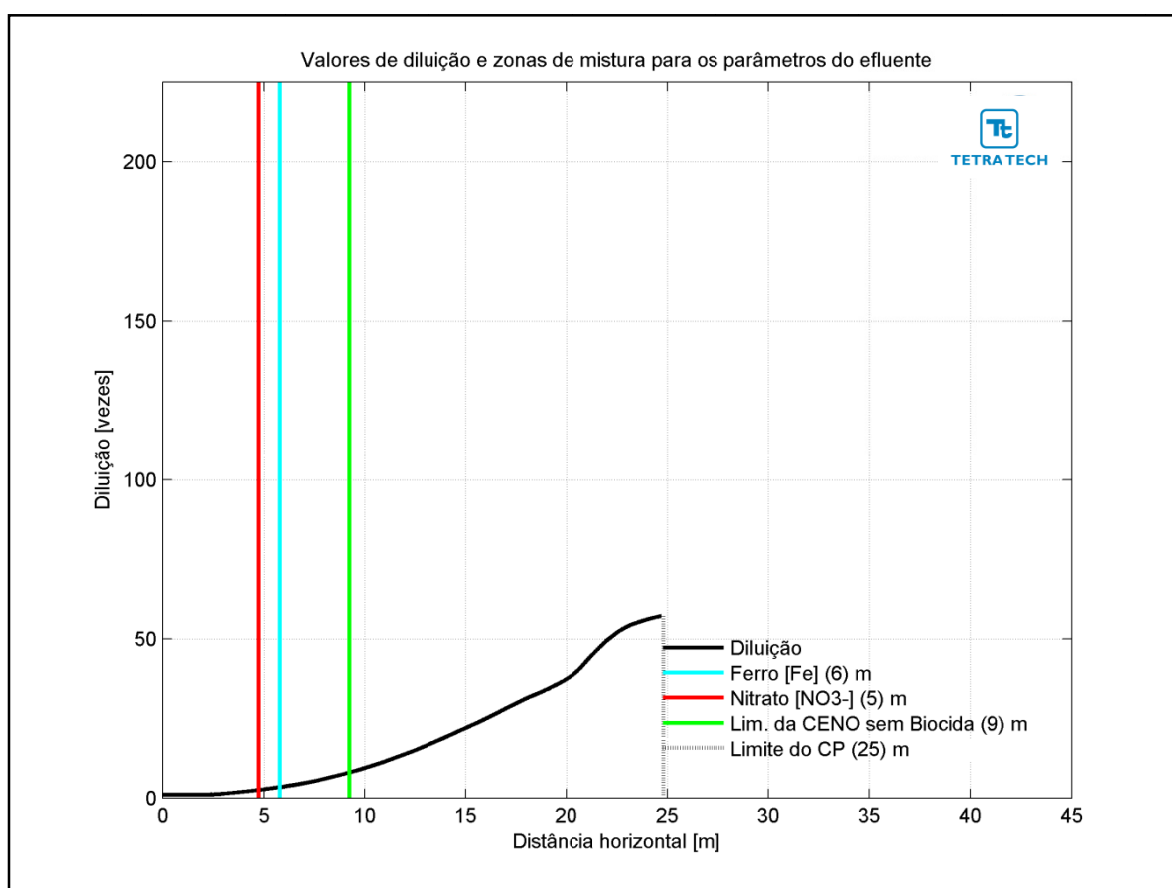
**Figura III-218** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco 1, no período de inverno.

A Figura III-219 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

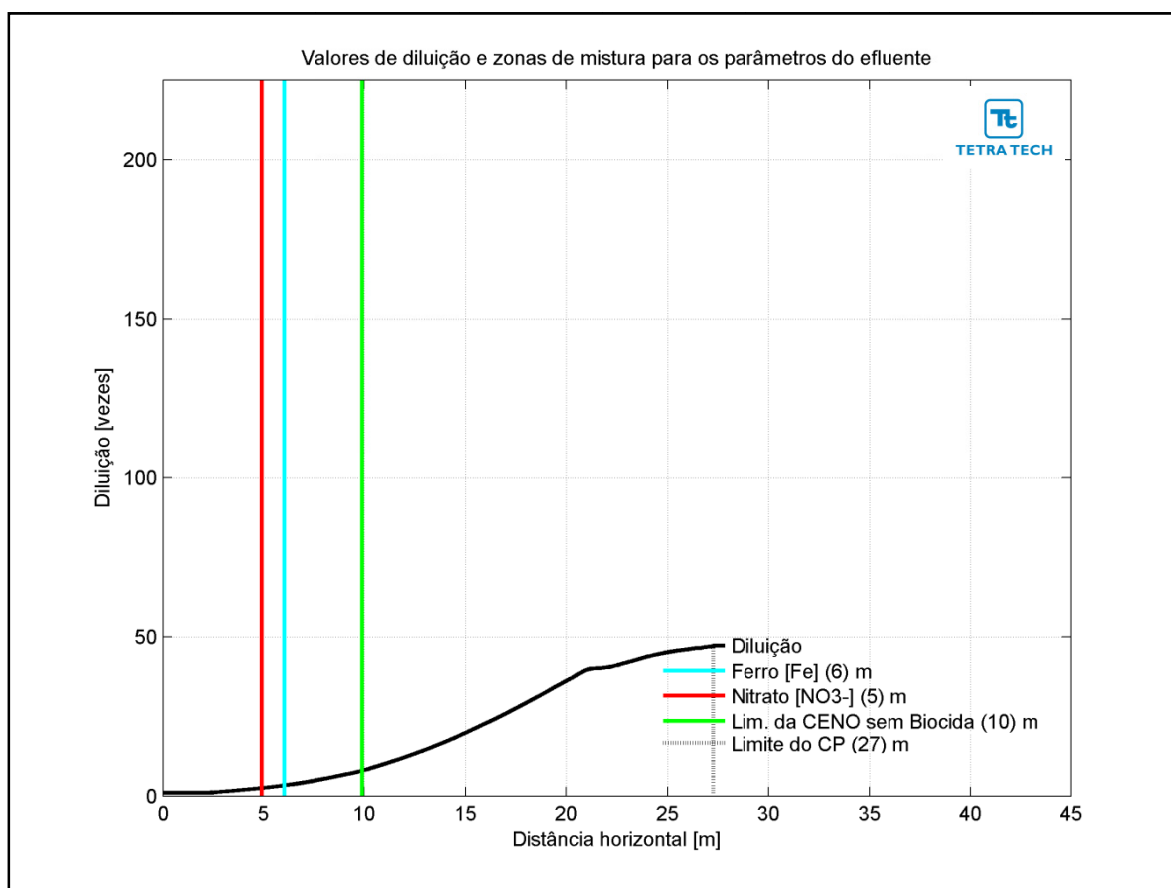


**Figura III-219 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno.**

Na Figura III-220 e na Figura III-221 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A diluição de 64 vezes (CENO com biocida) não é atingida em nenhum dos períodos simulados. Essa diluição é alcançada apenas no domínio do campo afastado. A posição da CENO sem biocida é indicada pela linha verde, e seu enquadramento ocorre a uma distância de cerca de 10 m. Para os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) as posições de enquadramento são todas inferiores a 6 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 25 m no verão para 27 m no inverno.

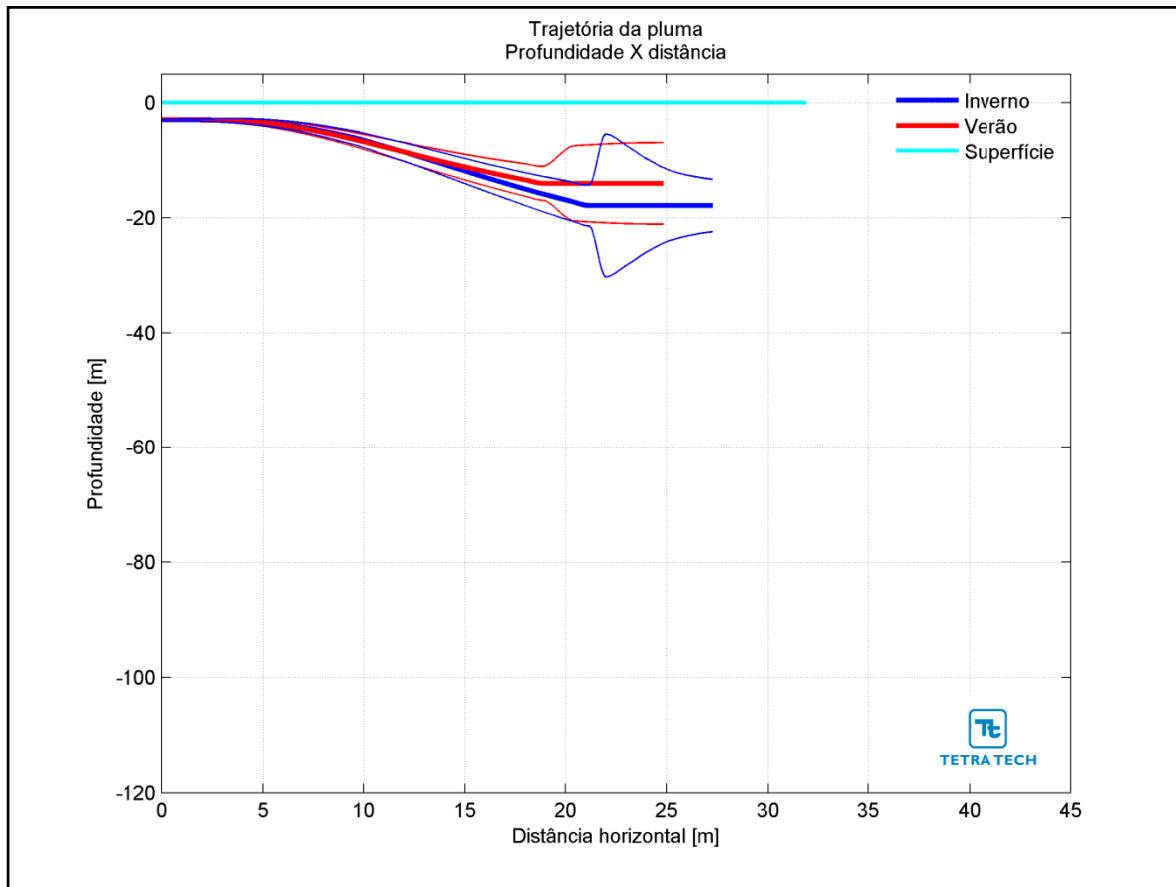


**Figura III-220 -** Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



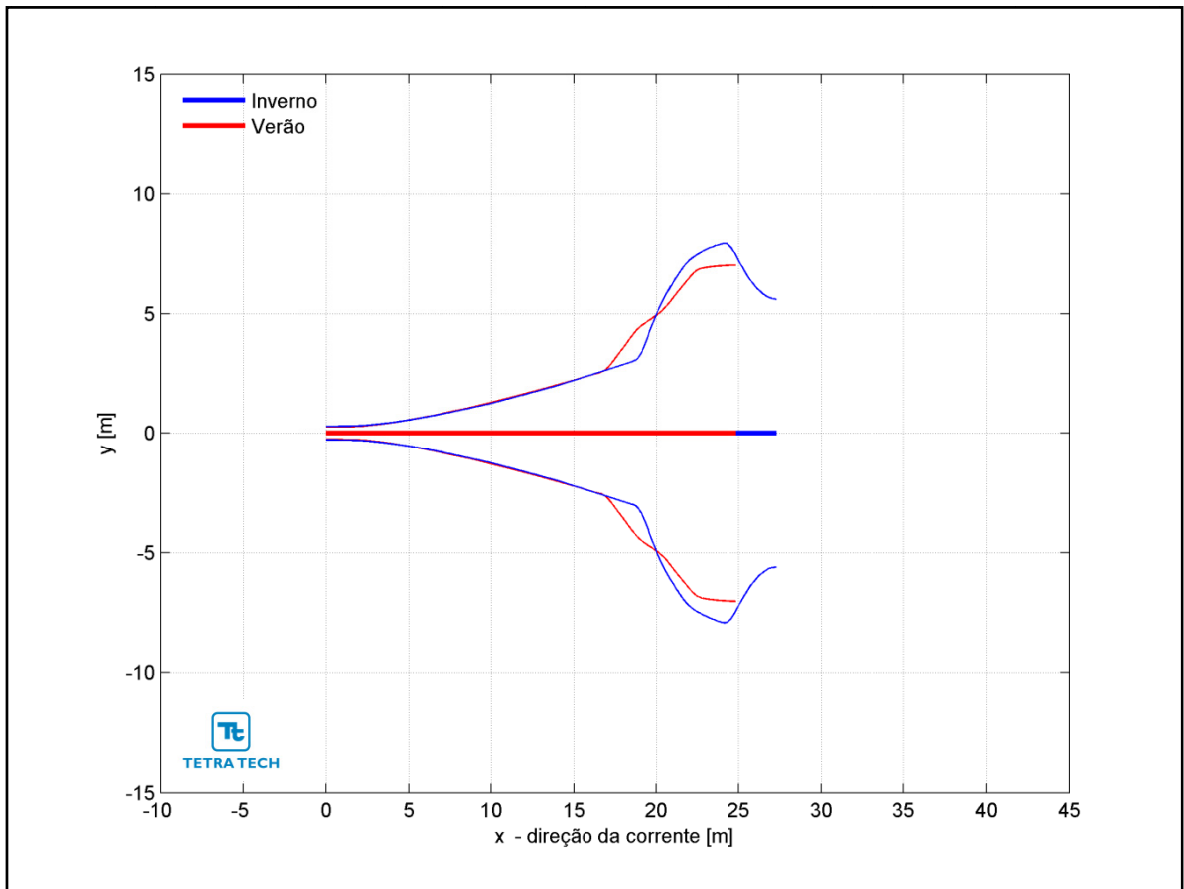
**Figura III-221** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-222 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 14 e 18 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-223 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



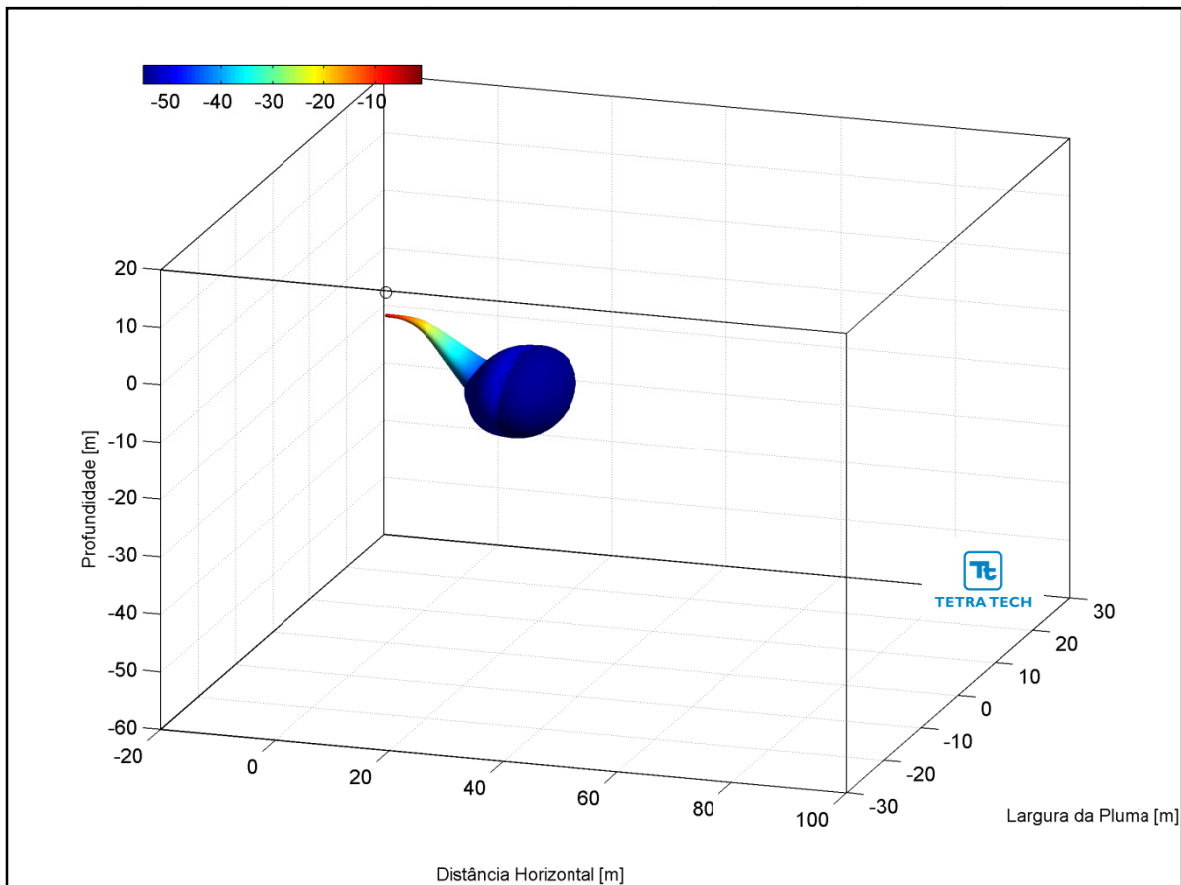
**Figura III-222** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno.



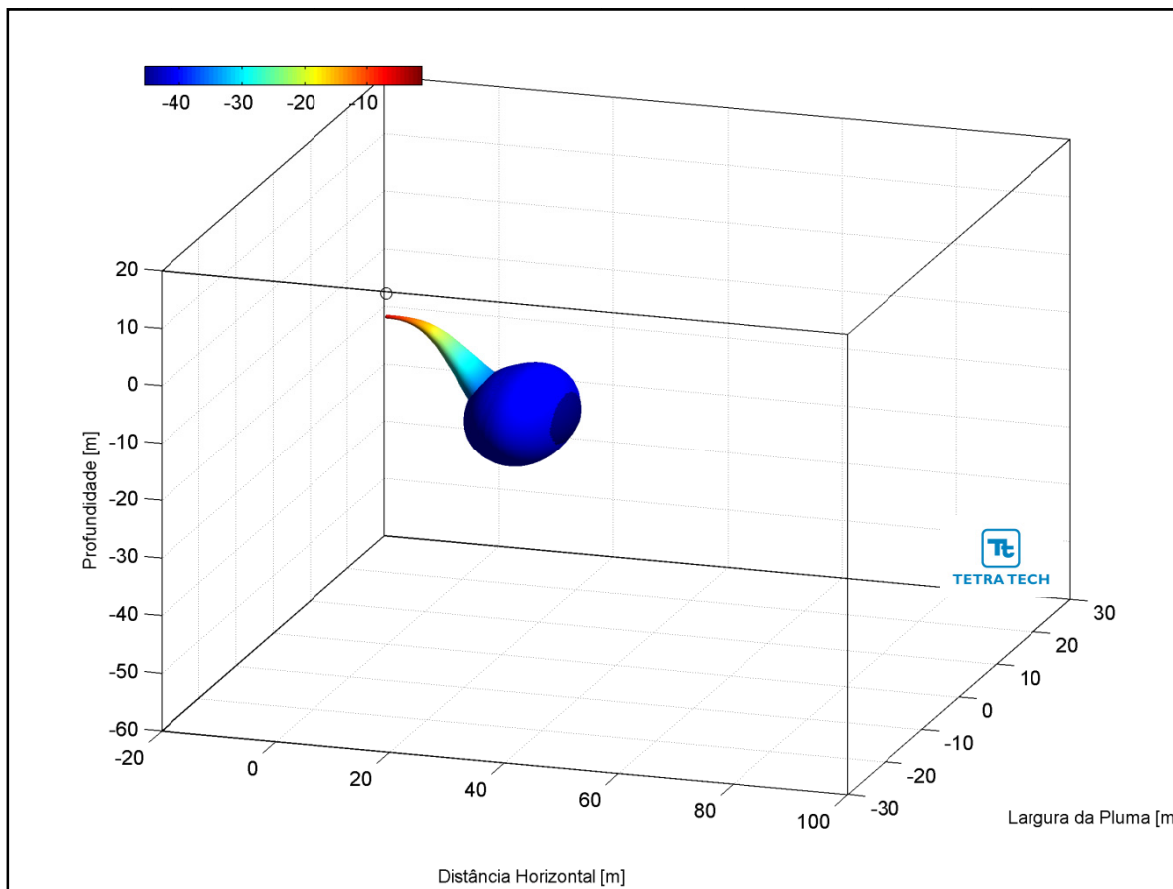


**Figura III-223** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-224) e inverno (Figura III-225), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 17 metros, não atingindo a superfície.

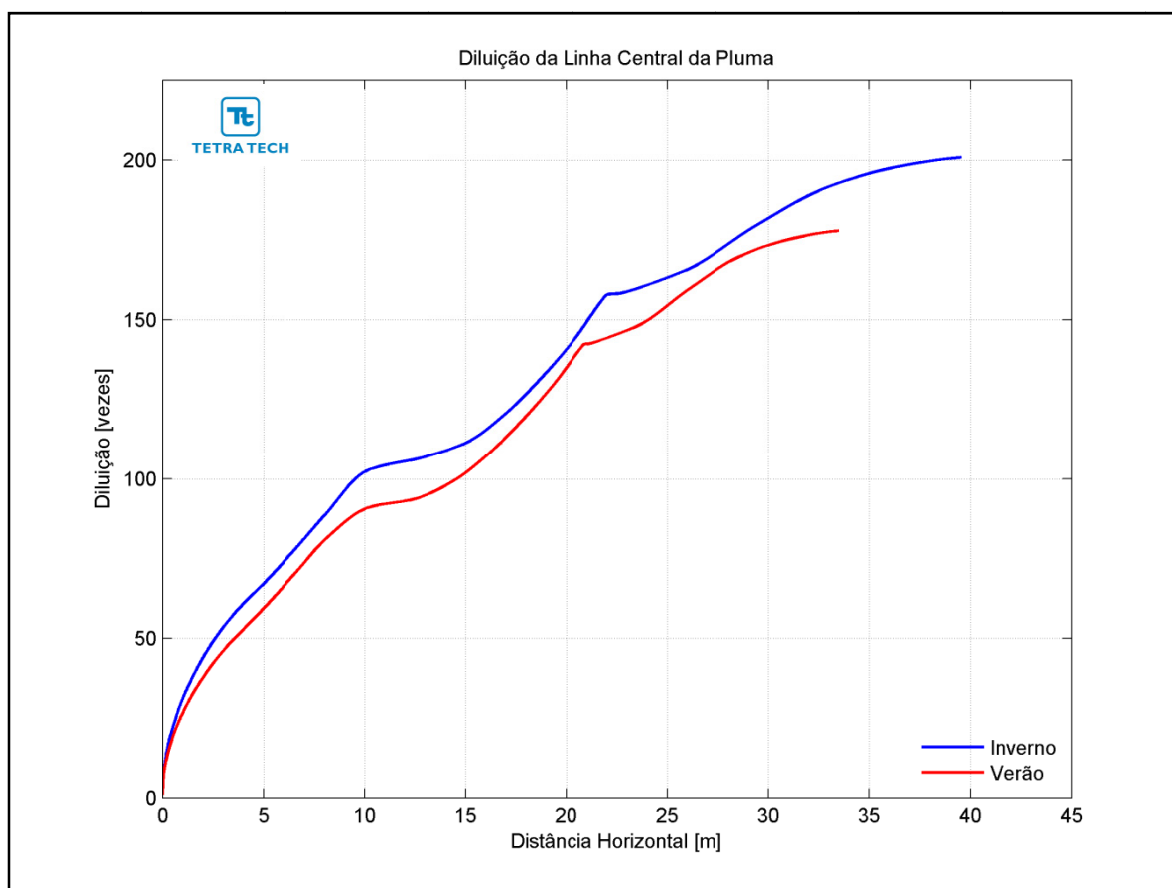


**Figura III-224** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, no período de verão.



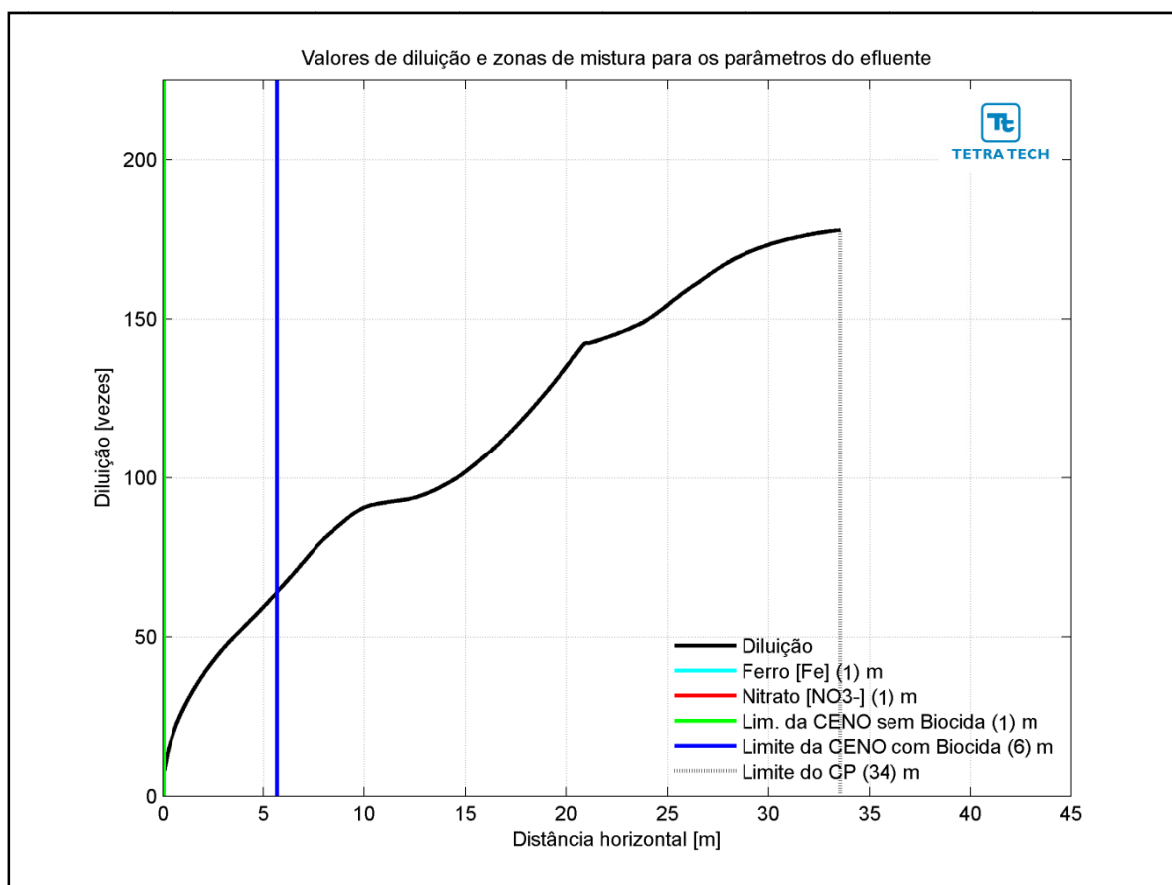
**Figura III-225** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, no período de inverno.

A Figura III-226 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

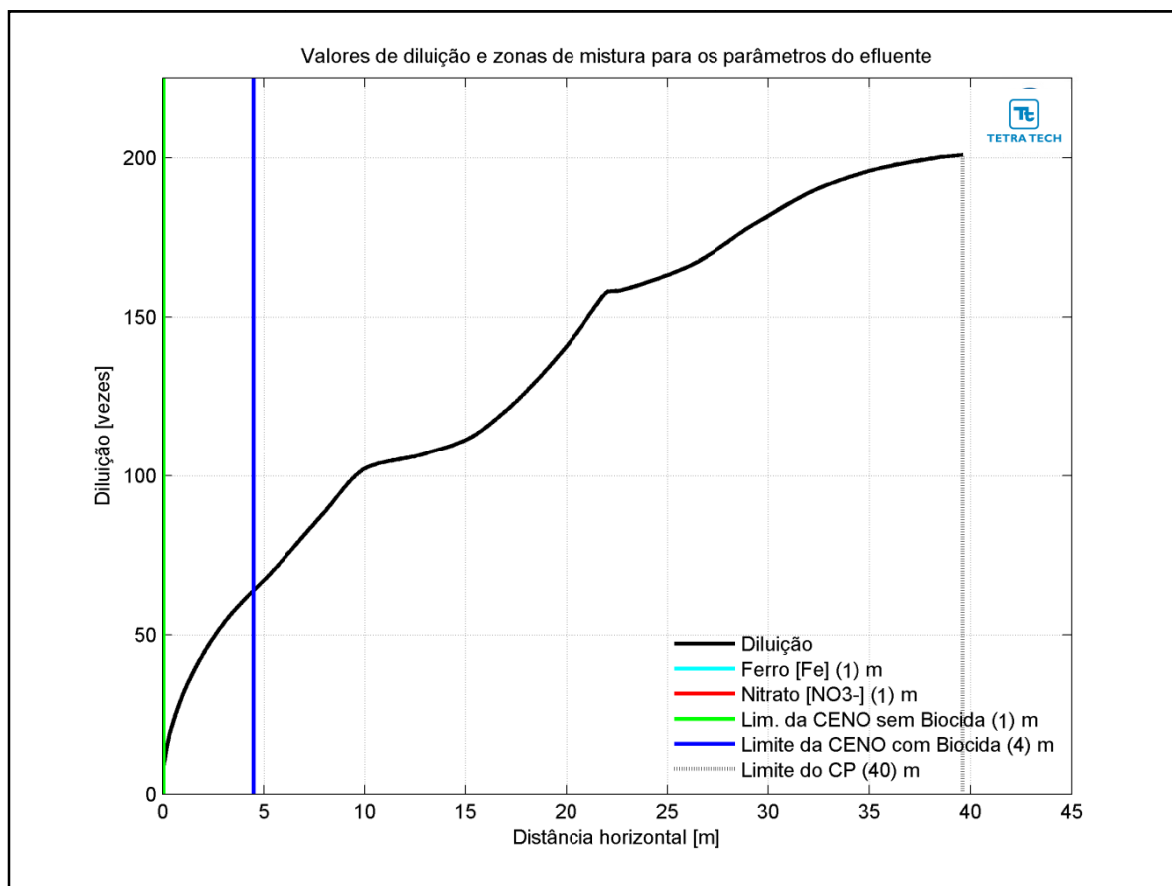


**Figura III-226** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-227 e na Figura III-228 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância inferior a 6 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 34 m no verão para 40 m no inverno.

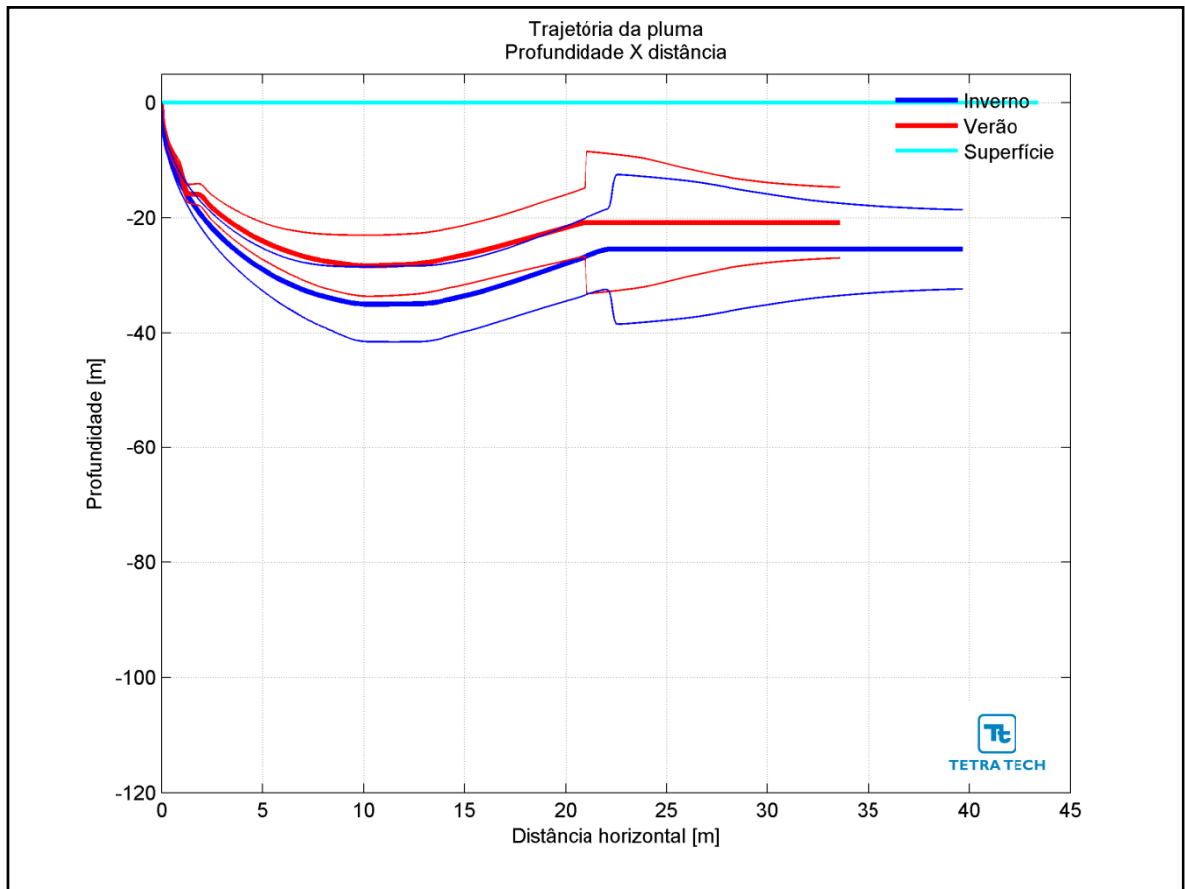


**Figura III-227** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco 1, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

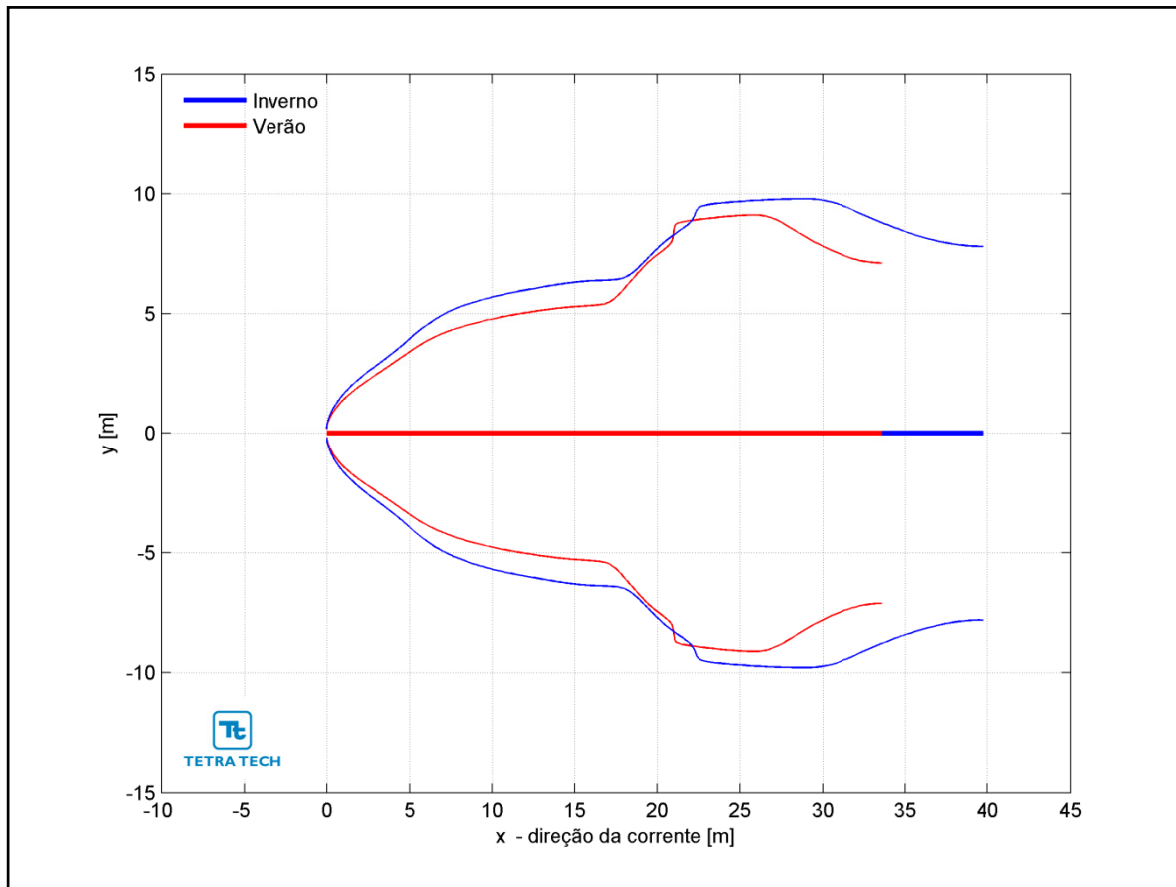


**Figura III-228** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco 1, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-229 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 21 e 26 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-230 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



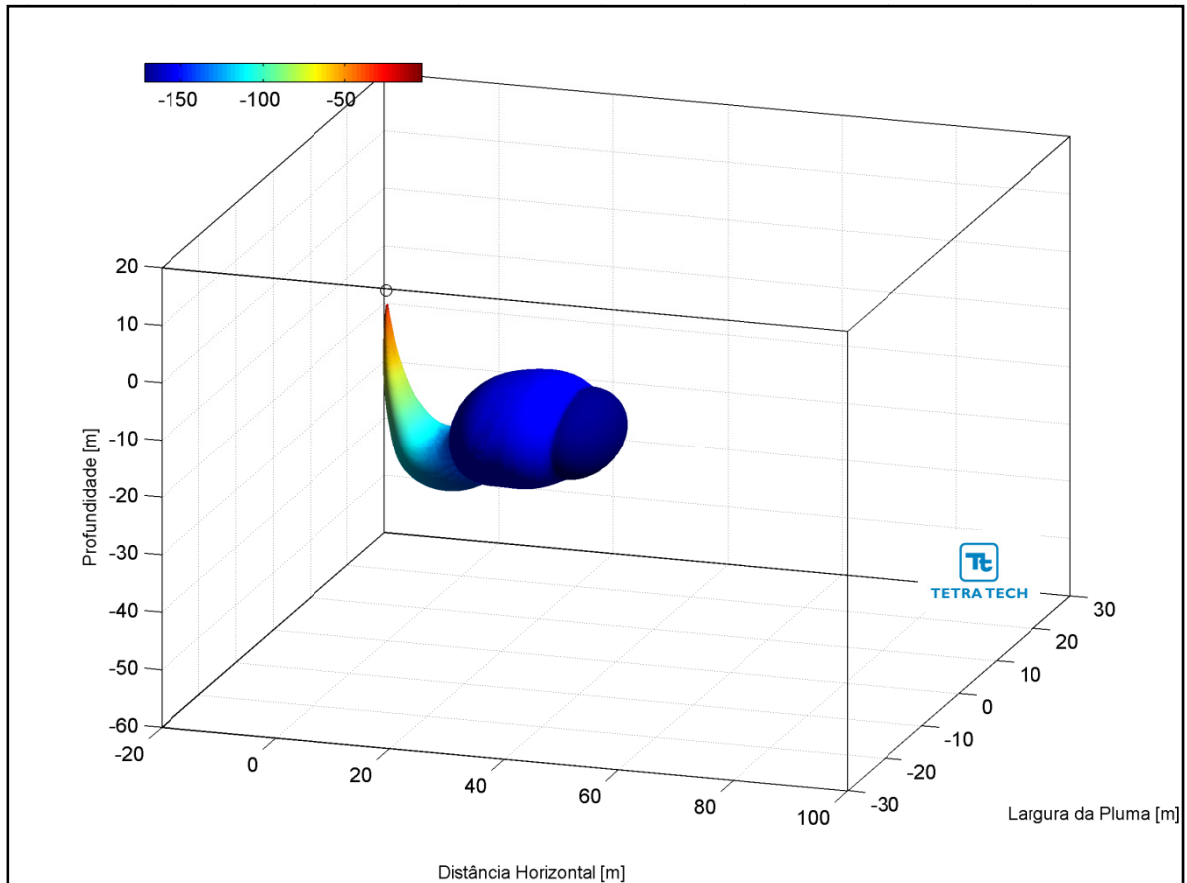
**Figura III-229** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno.



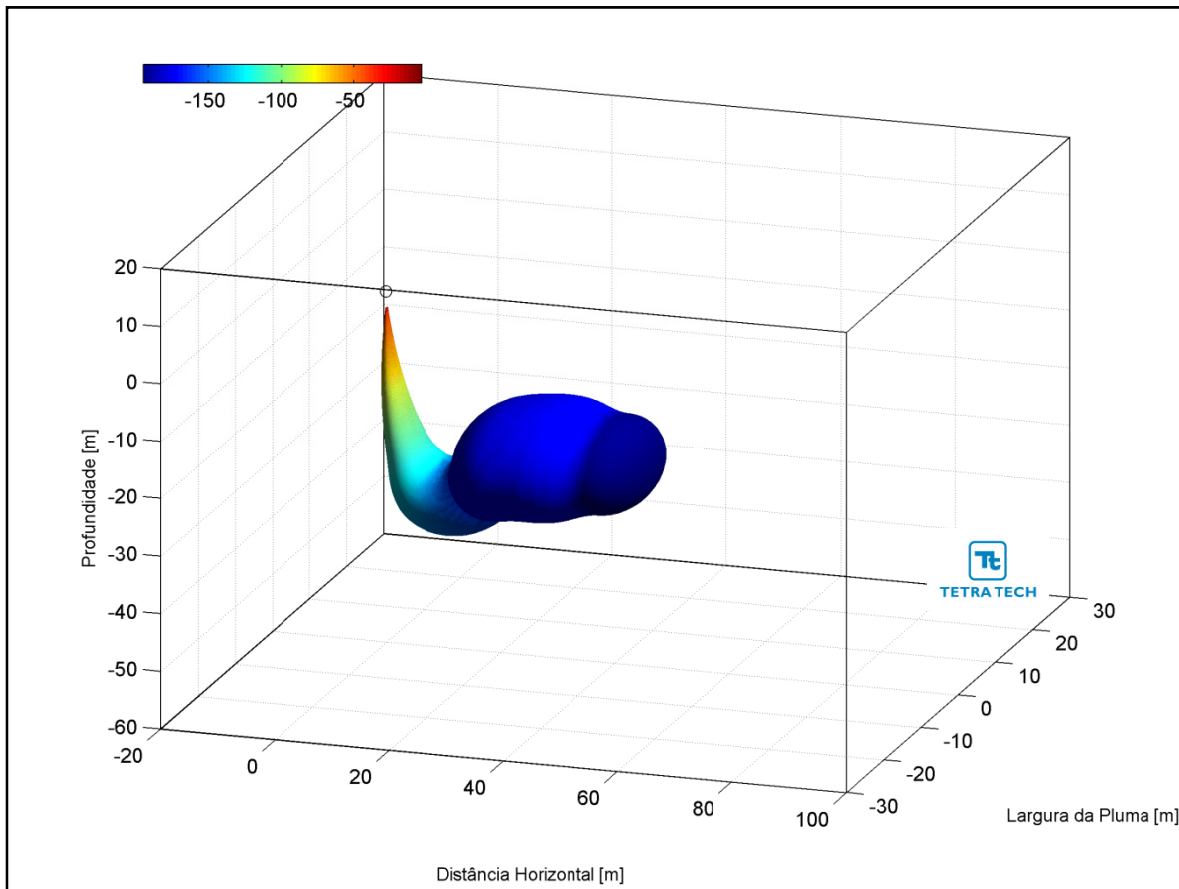
**Figura III-230** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno.



As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-231) e inverno (Figura III-232), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 25 metros, não atingindo a superfície.



**Figura III-231** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco 1, no período de verão.



**Figura III-232** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco 1, no período de inverno.

A Tabela III-62 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA no 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.

**Tabela III-62 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Franco 1, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPO-NENTES                                 | CONCEN-TRAÇÃO NO PONTO DE DESCARTE (mg/L) | LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 ART. 18 (mg/L) | DILUIÇÃO MÍNIMA PARA ENQUADRA-MENTO (vezes) | CONCENTRAÇÃO NO CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|--|---|---|---|--------------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
|  |   |   |   | Opção 01                             |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|  |   |   |   | Verão                                | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0                                       | 1,0   | –   | 0,008                                | 0,009   | 0,017    | 0,022   | 0,006    | 0,005   |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0                                     | –   | –   | 3,18                                 | 3,63    | 7,09     | 8,73    | 2,28     | 2,02    |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0                                   | –   | –   | 10,56                                | 12,05   | 23,56    | 29,03   | 7,59     | 6,72    |
| Cloro (Cl)                                   | 29.185,0                                  | –   | –   | 228,36                               | 260,58  | 509,34   | 627,63  | 164,05   | 145,27  |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0                                      | –   | –   | 0,22                                 | 0,25    | 0,49     | 0,60    | 0,16     | 0,14    |
| Ferro total                                  | 1,0                                       | 0,3   | 3,3   | 0,008                                | 0,009   | 0,017    | 0,022   | 0,006    | 0,005   |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0                                   | –   | –   | 42,88                                | 48,93   | 95,64    | 117,85  | 30,80    | 27,28   |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0                                       | 0,4   | 2,5   | 0,008                                | 0,009   | 0,017    | 0,022   | 0,006    | 0,005   |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0                                     | –   | –   | 4,07                                 | 4,64    | 9,08     | 11,18   | 2,92     | 2,59    |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0                                  | –   | –   | 109,30                               | 124,72  | 243,79   | 300,41  | 78,52    | 69,53   |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0                                  | –   | –   | 103,17                               | 117,72  | 230,10   | 283,55  | 74,11    | 65,63   |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco 1, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias de, aproximadamente, 6 m do ponto de lançamento.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção dos lançamentos ocorrendo através da Opção 02 para a CENO com biocida. Esta diluição só é alcançada no domínio do campo afastado, cujas características e resultados são apresentados no Item III.2.

Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 21 m do ponto de lançamento.

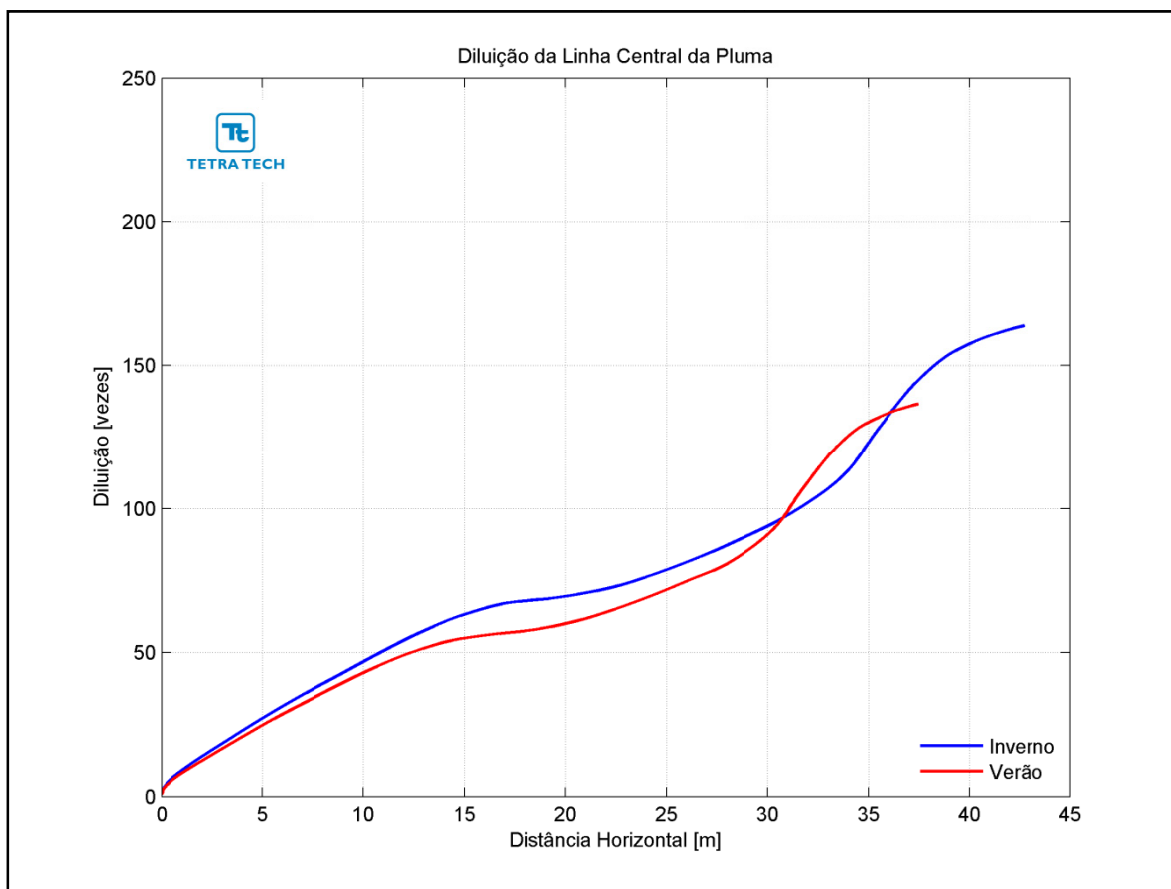
### III.1.5.12 *Desenvolvimento da Produção de Franco NW*

A Tabela III-63 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP de Franco NW. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-63 - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Franco NW.**

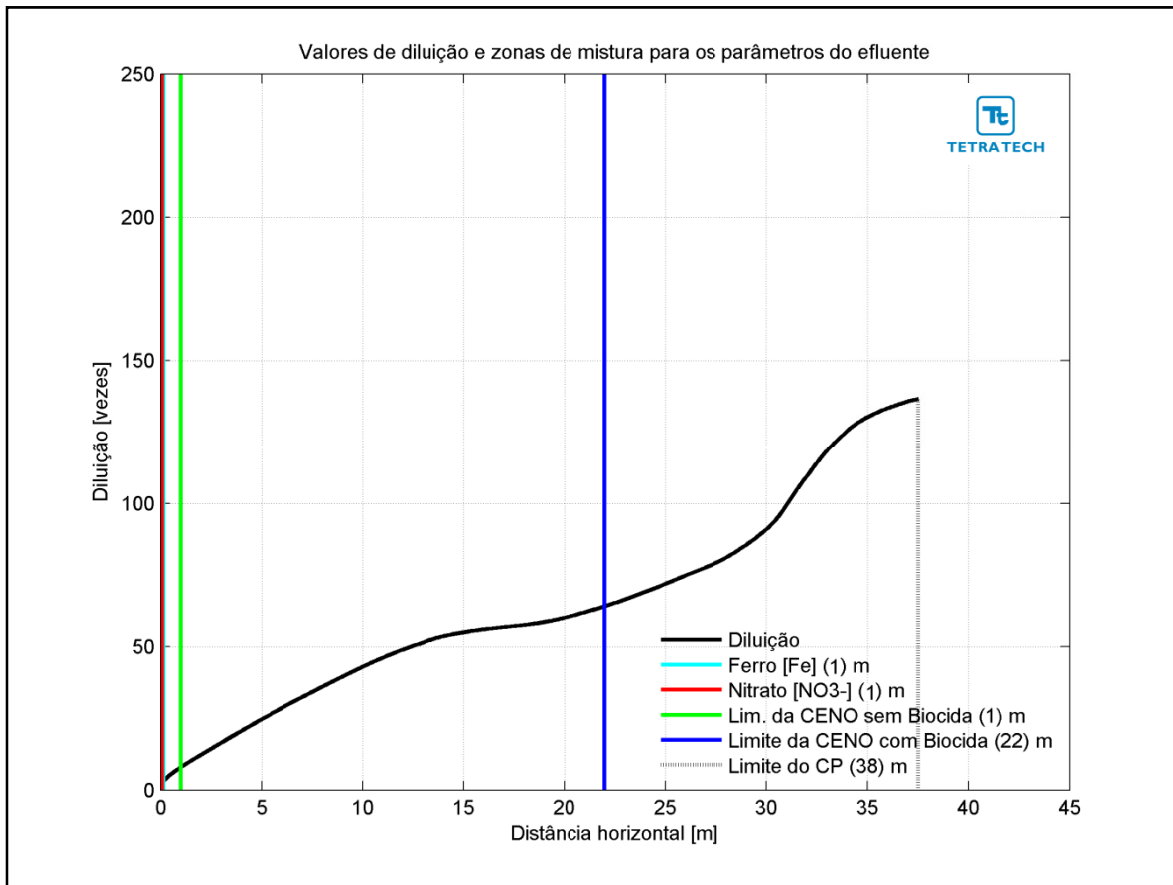
| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 136,7    | 164,0   | 61,4     | 74,3    | 192,4    | 219,1   |
| Espessura final da pluma (m)       | 10,3     | 13,1    | 6,9      | 8,8     | 6,5      | 7,5     |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 37,5     | 42,8    | 25,8     | 30,0    | 35,2     | 40,9    |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 17,3     | 22,3    | 13,4     | 17,3    | 20,7     | 25,4    |

A Figura III-233 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

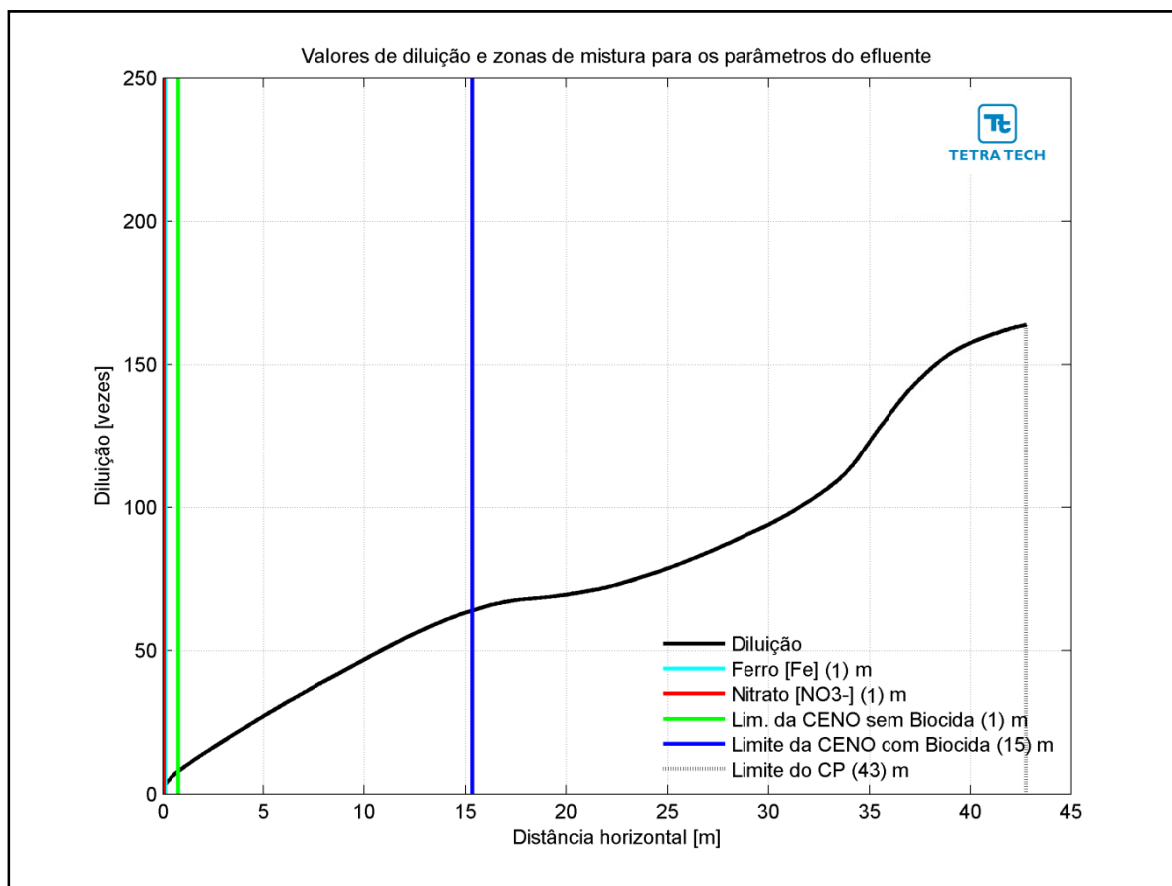


**Figura III-233** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-234 e na Figura III-235 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância inferior a 22 m no verão e 15 m no inverno. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 38 m no verão para 43 m no inverno.

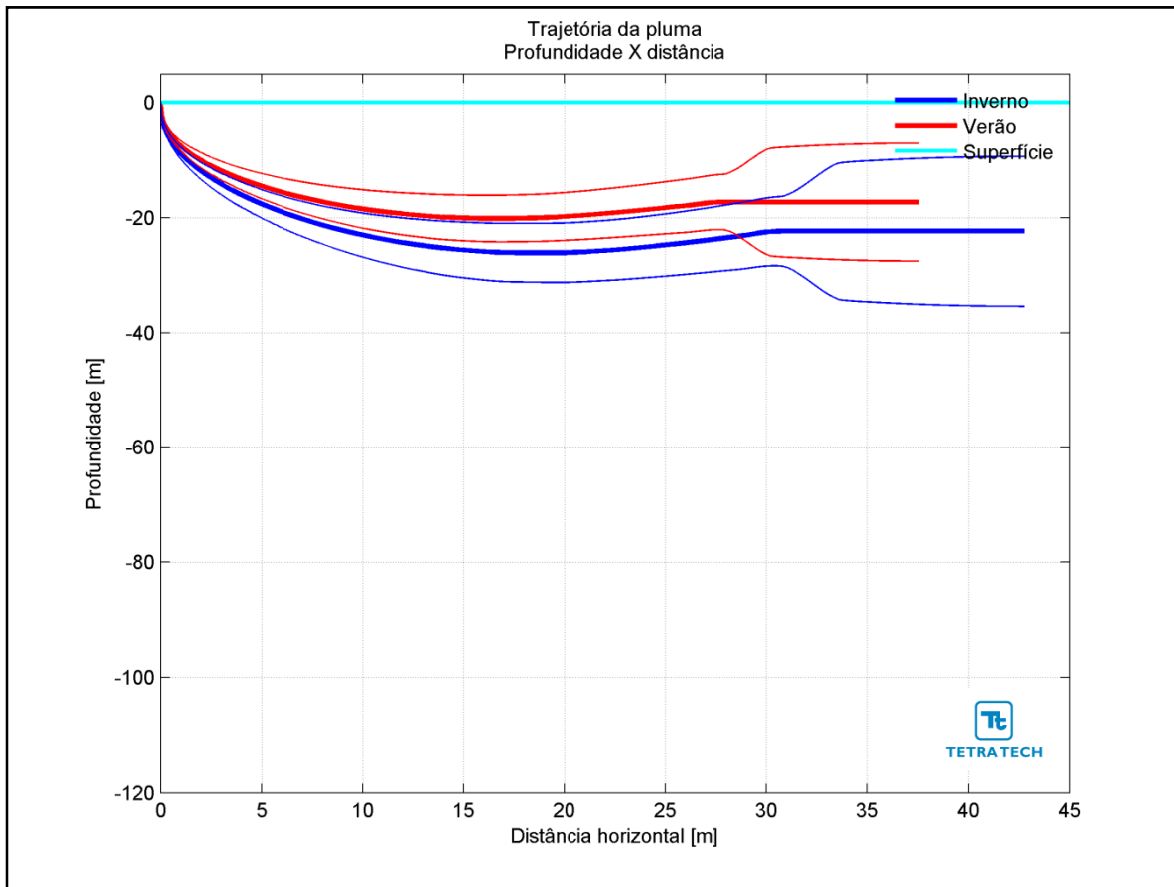


**Figura III-234** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco NW, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.



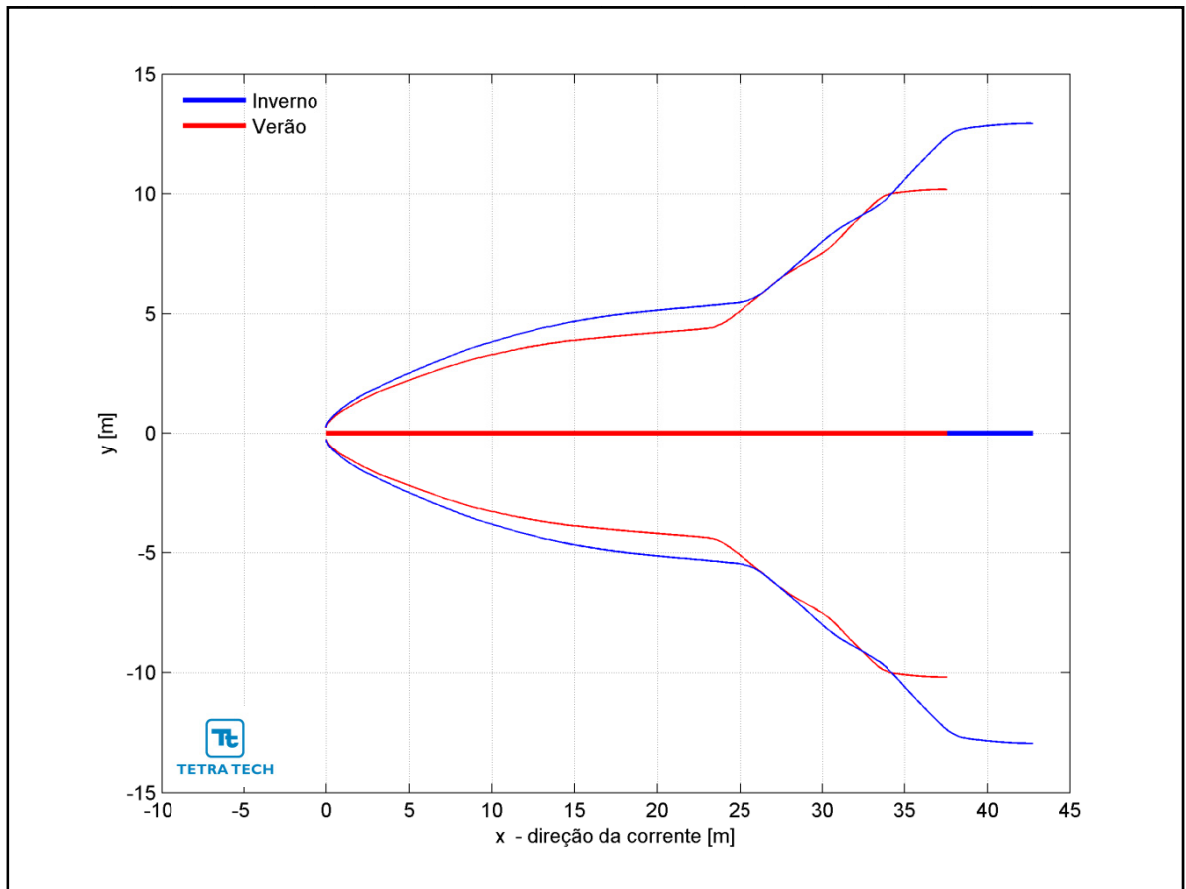
**Figura III-235** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco NW, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-236 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 17 e 23 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-237 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



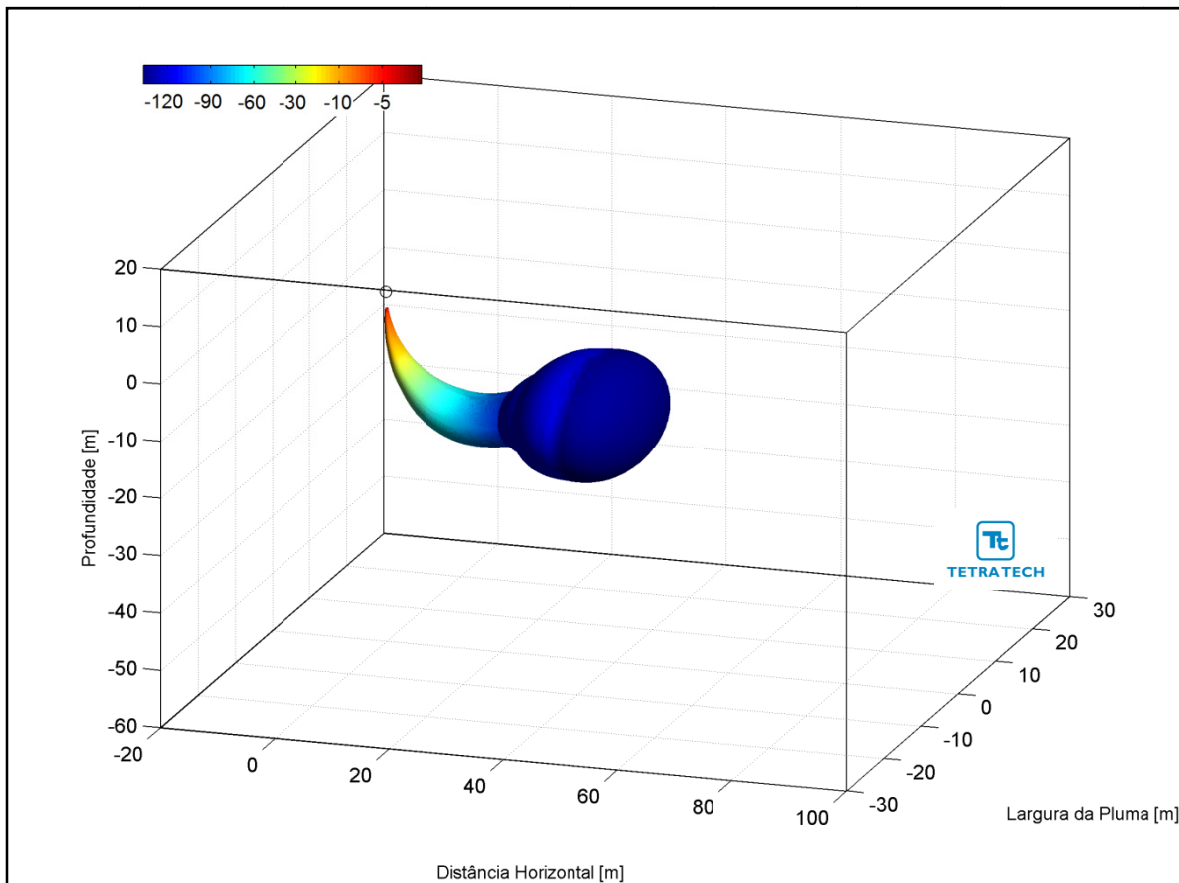
**Figura III-236** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno.



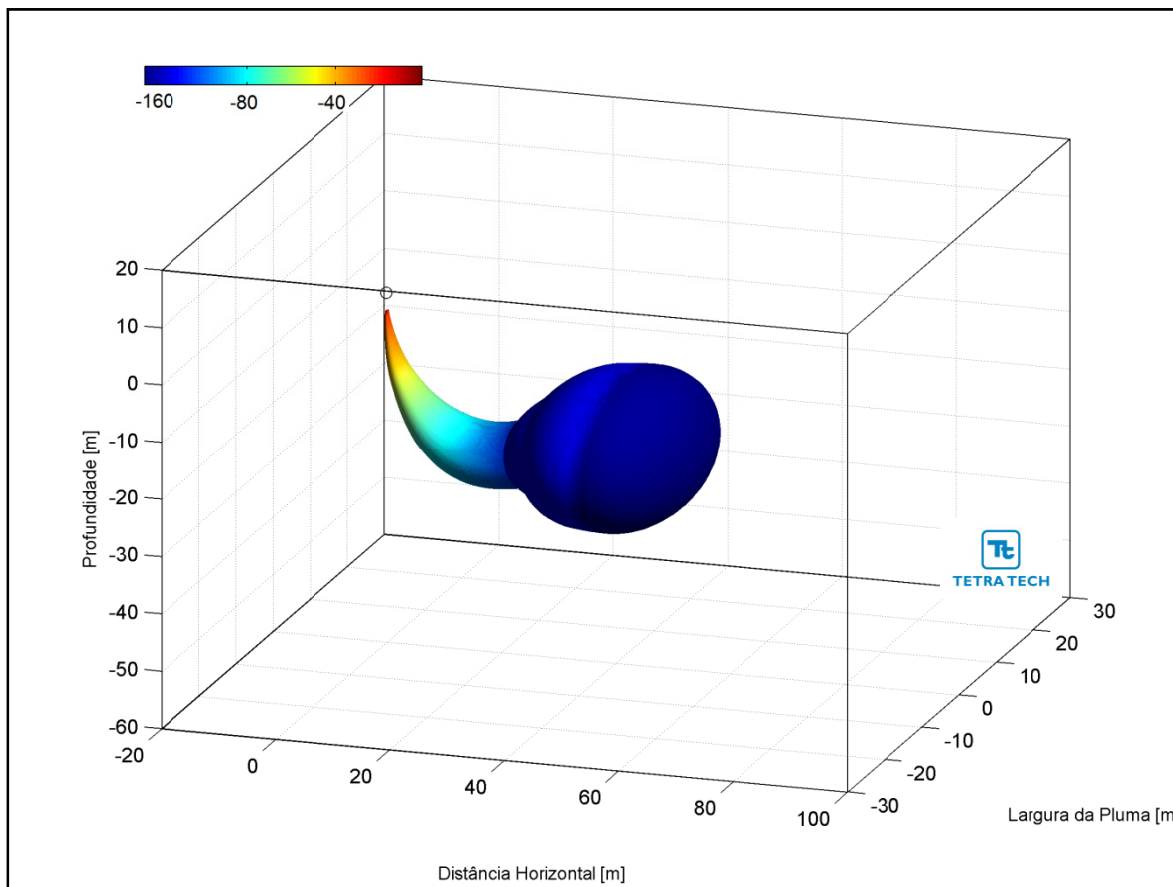


**Figura III-237 - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno.**

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-238) e inverno (Figura III-239), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 20 metros, não atingindo a superfície.

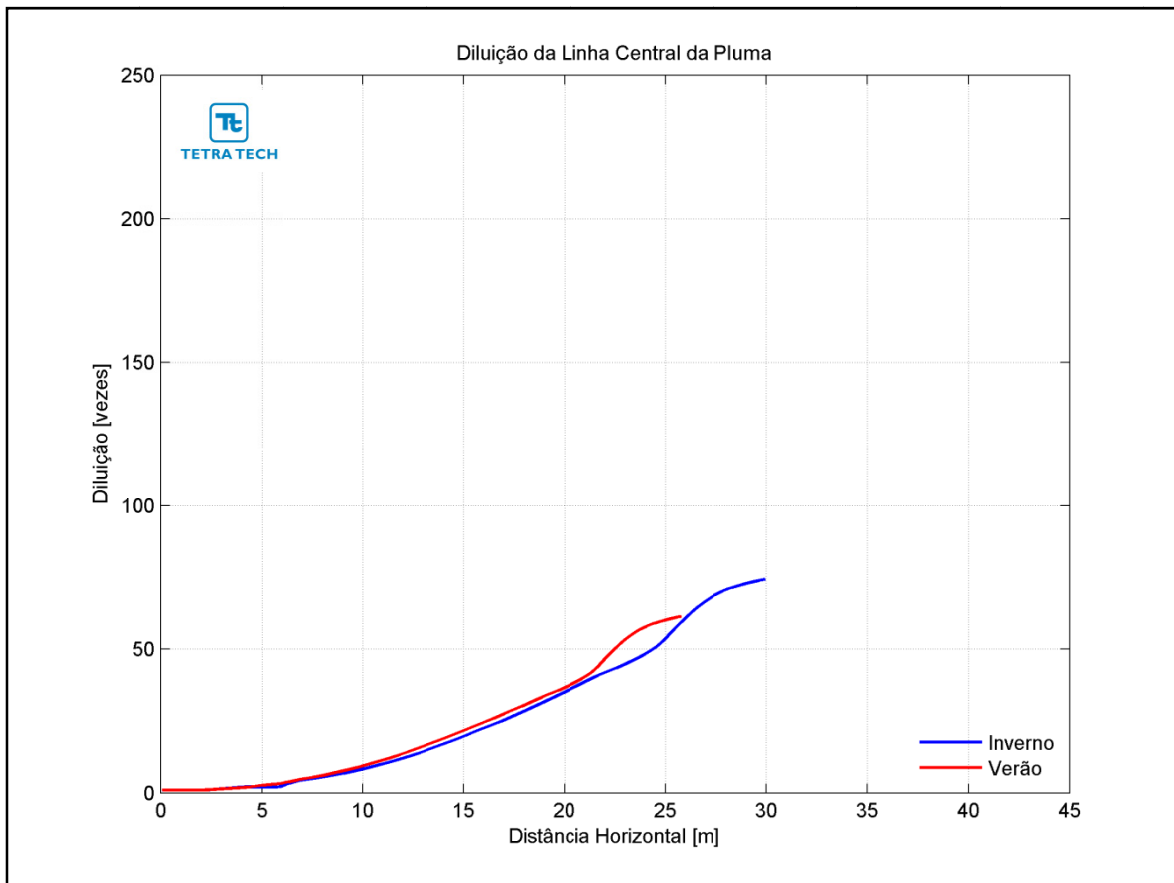


**Figura III-238** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco NW, no período de verão.



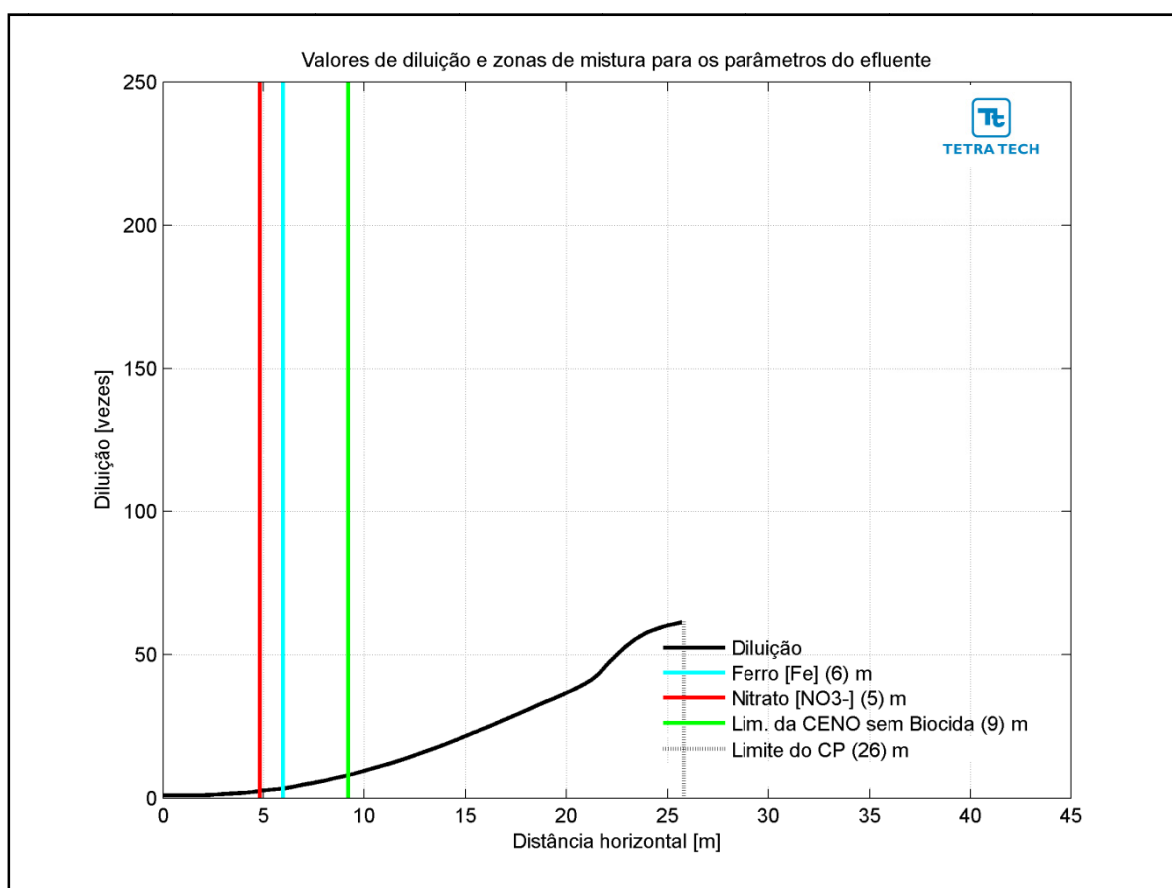
**Figura III-239** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Franco NW, no período de inverno.

A Figura III-240 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

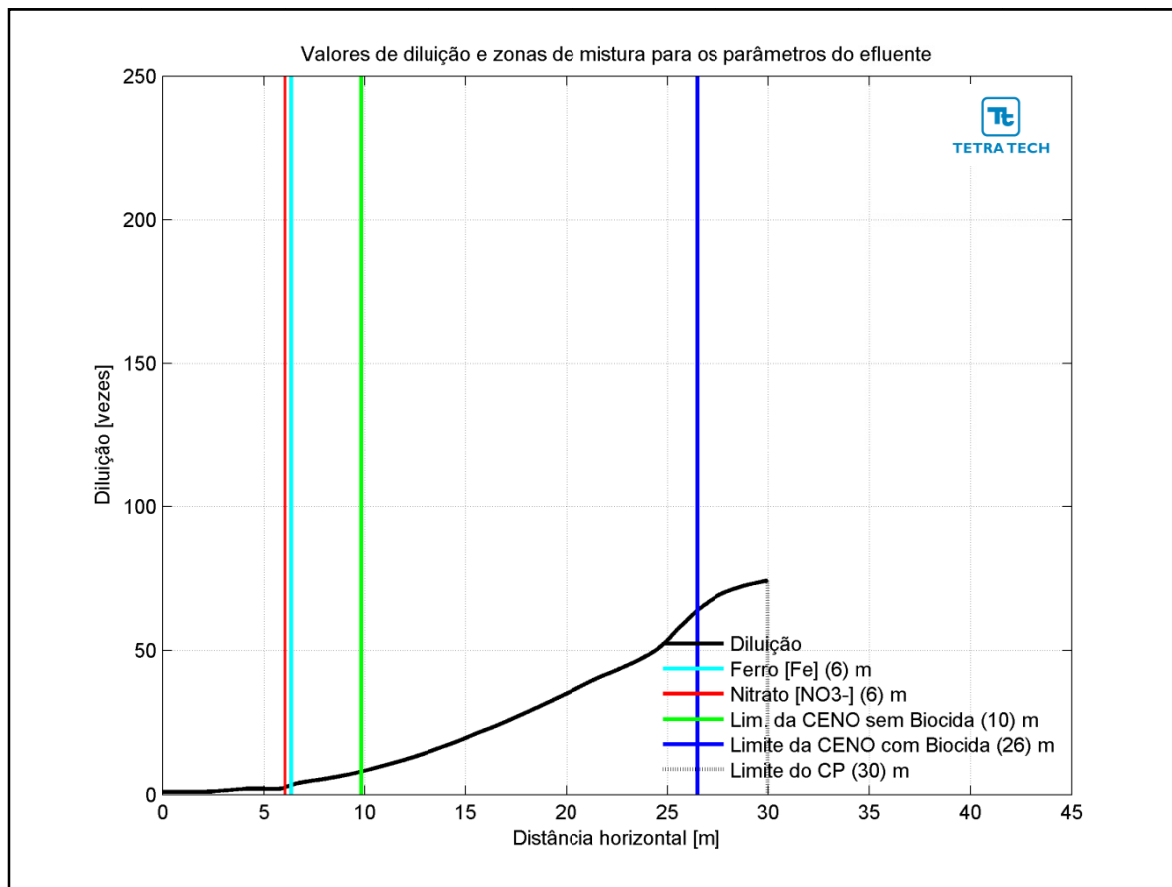


**Figura III-240 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno.**

Na Figura III-241 e na Figura III-242 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul e só há o enquadramento na legislação no período de inverno, a cerca de 26 m do ponto de lançamento. A posição da CENO sem biocida é indicada pela linha verde, e seu enquadramento ocorre a uma distância de cerca de 10 m. Para os demais parâmetros do efluente (i.e. ferro e nitrato) as posições de enquadramento são todas inferiores a 6 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 26 m no verão para 30 m no inverno.

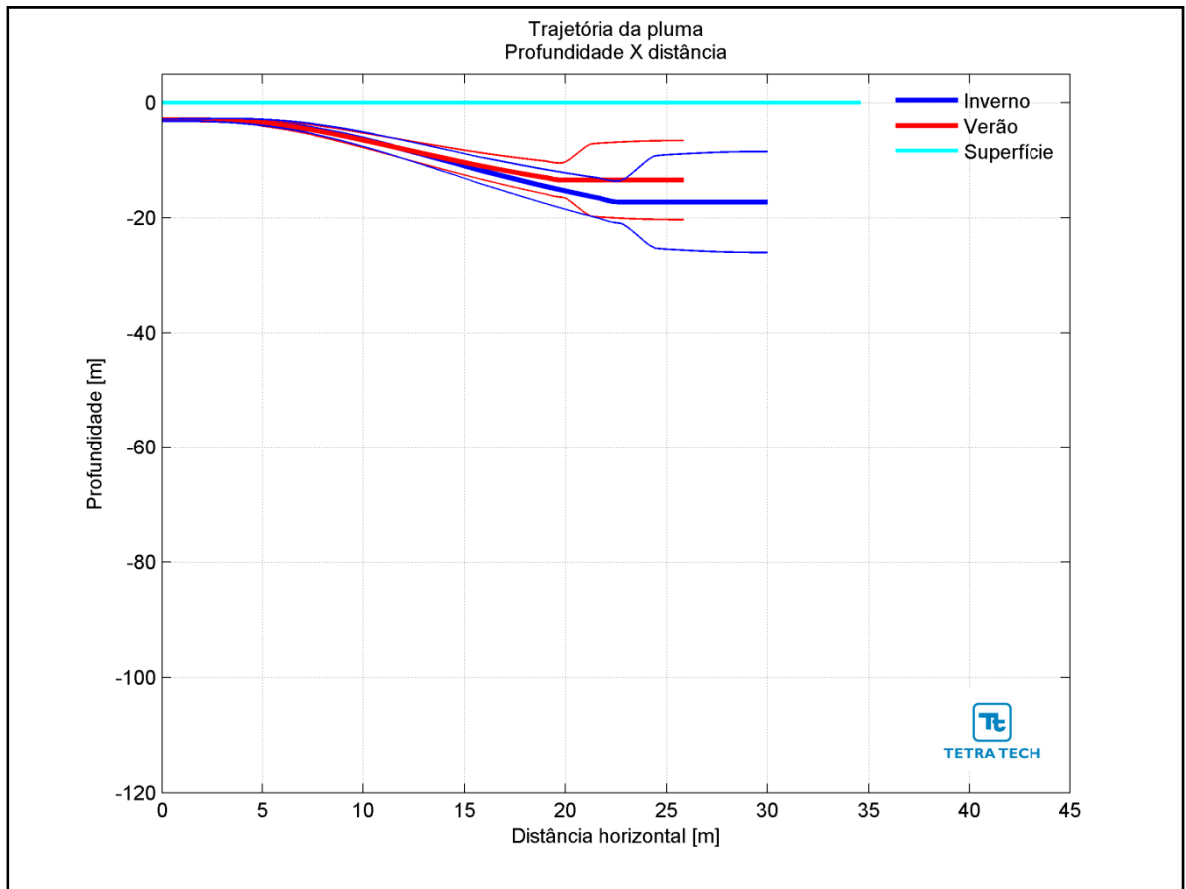


**Figura III-241** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco NW, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

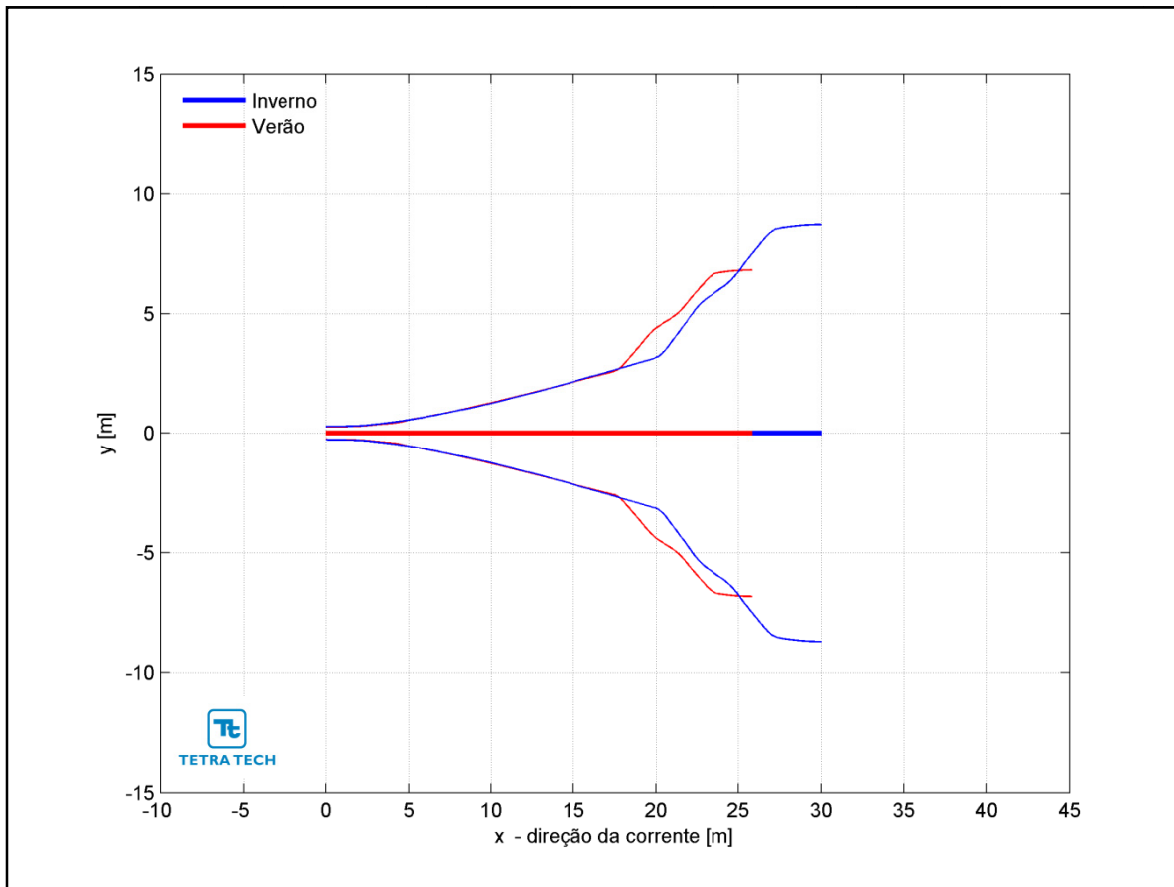


**Figura III-242** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco NW, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-243 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 13 e 17 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-244 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



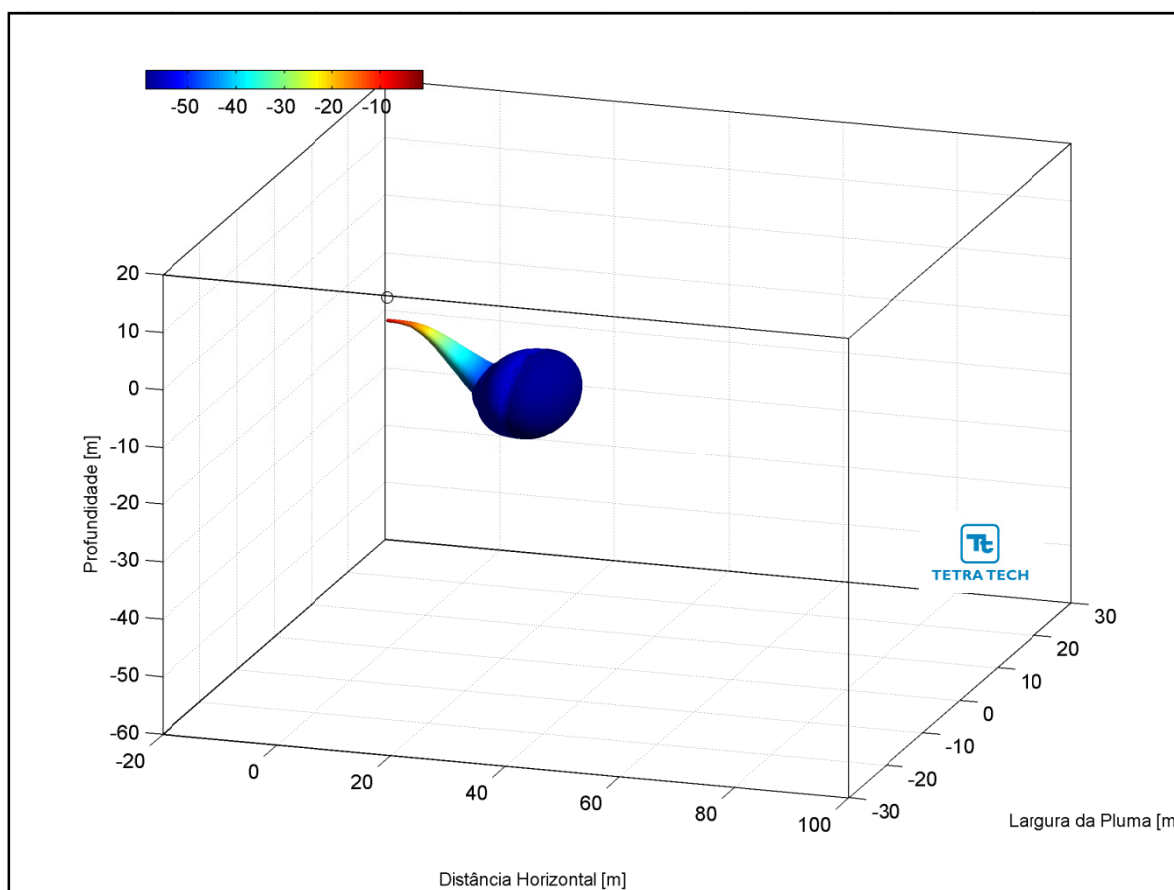
**Figura III-243** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno.



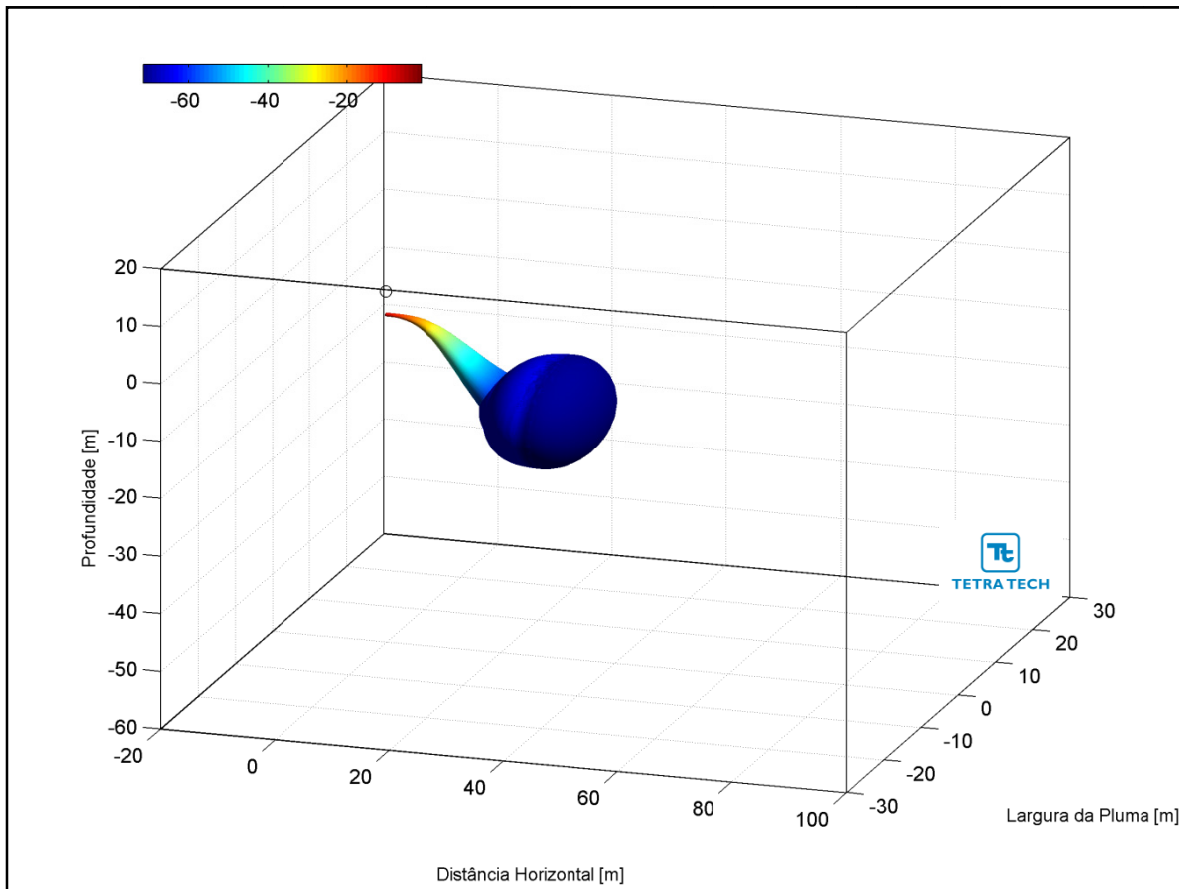
**Figura III-244** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno.



As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-245) e inverno (Figura III-246), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade superior a 13 metros, não atingindo a superfície.

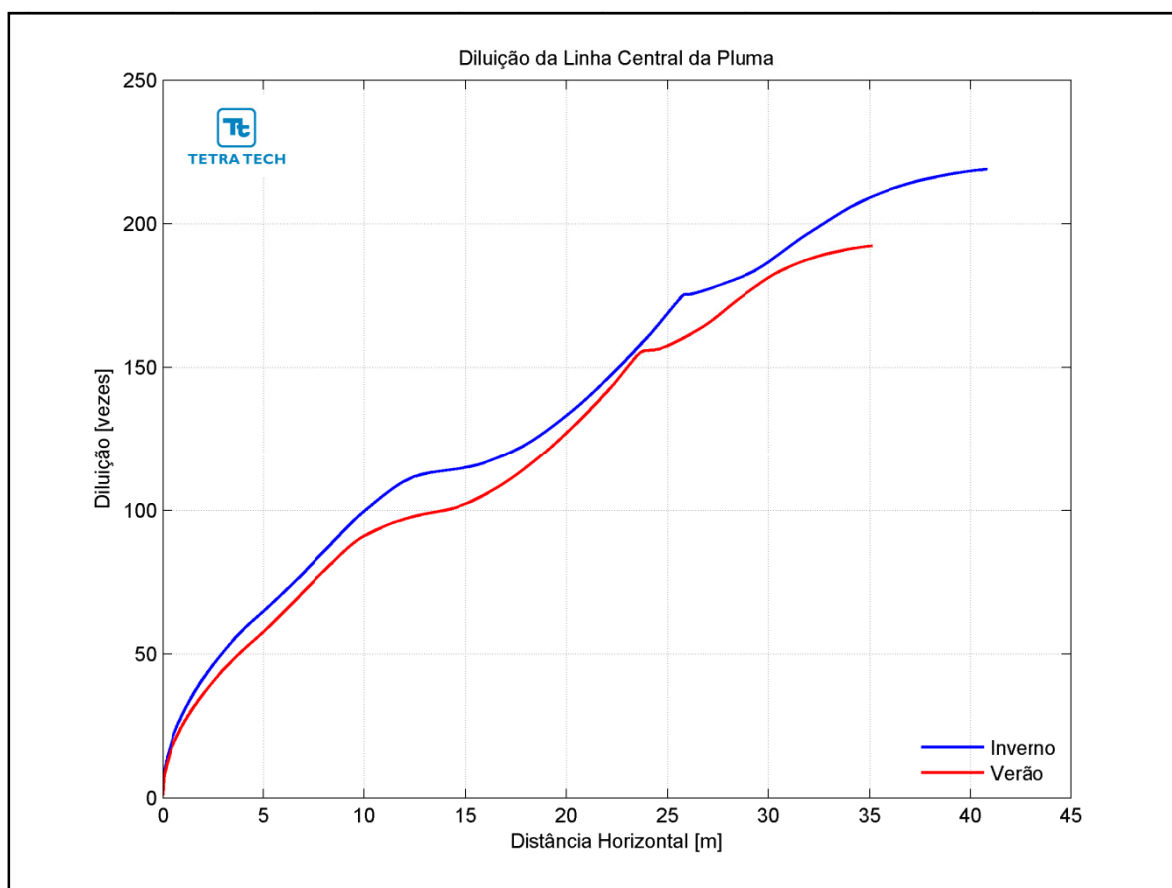


**Figura III-245** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco NW, no período de verão.



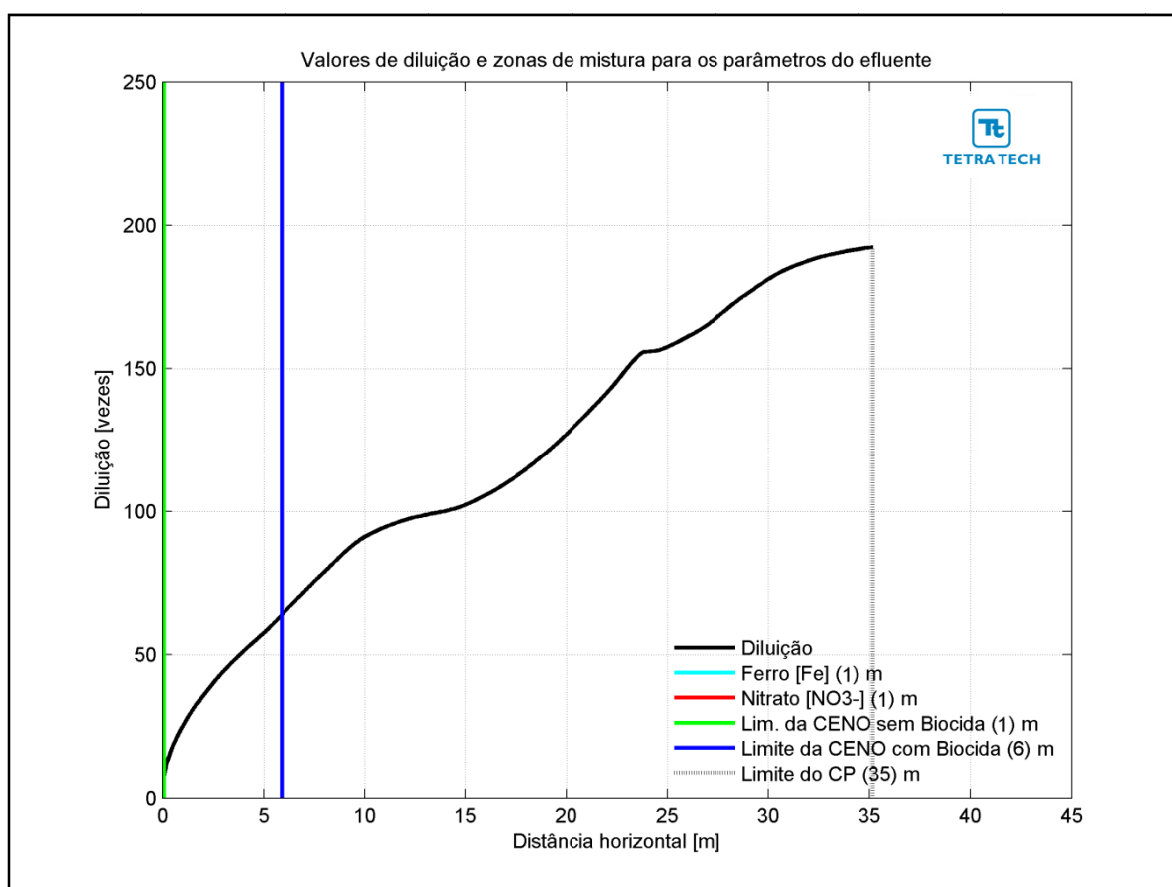
**Figura III-246** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco NW, no período de inverno.

A Figura III-247 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

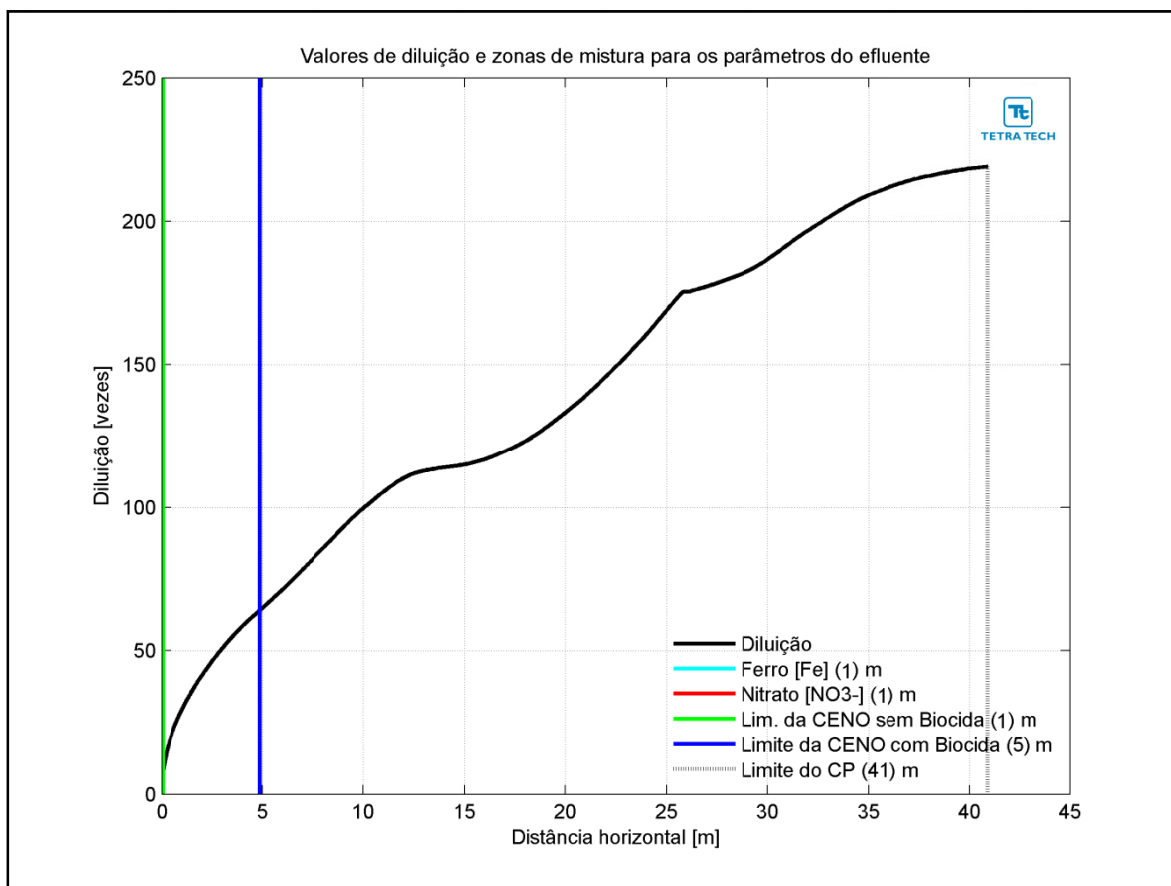


**Figura III-247** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-248 e na Figura III-249 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância inferior a 6 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 35 m no verão para 41 m no inverno.

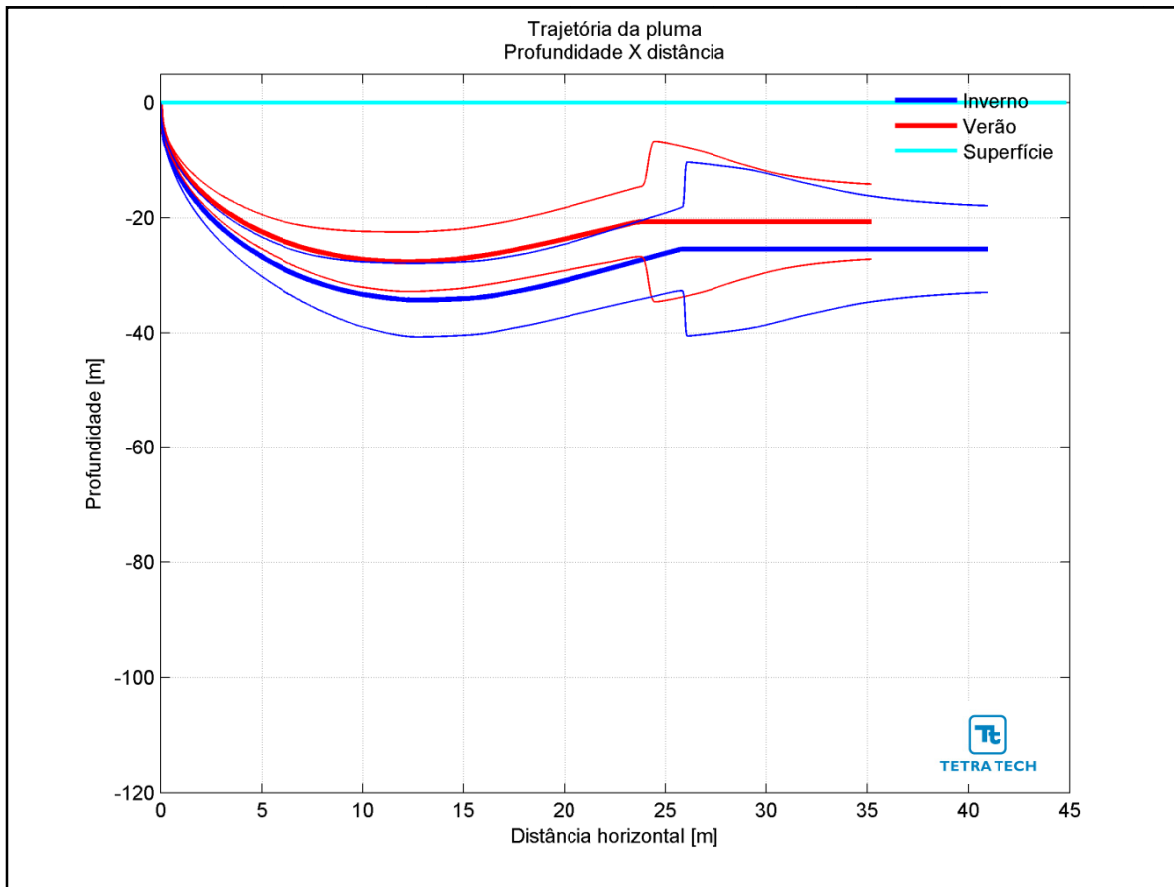


**Figura III-248** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco NW, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

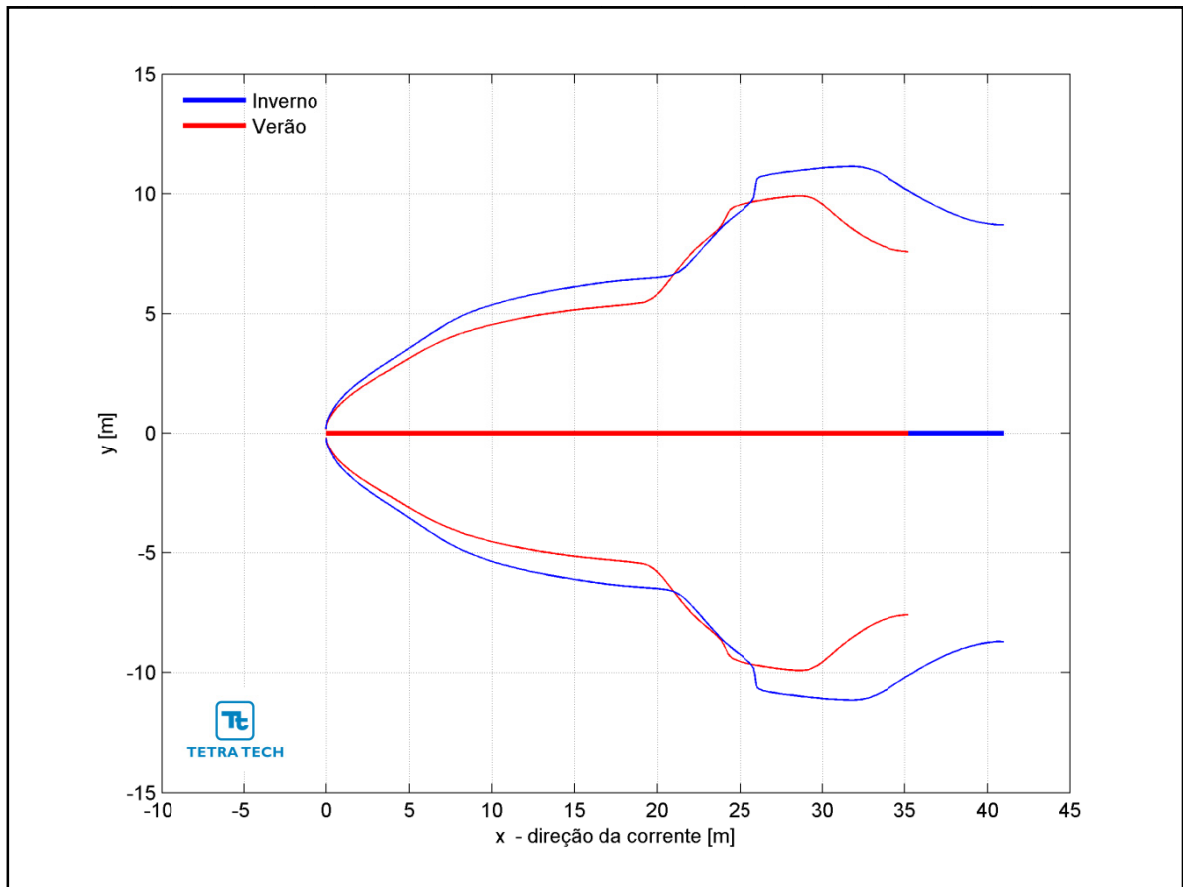


**Figura III-249** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco NW, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-250 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 21 e 25 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-251 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

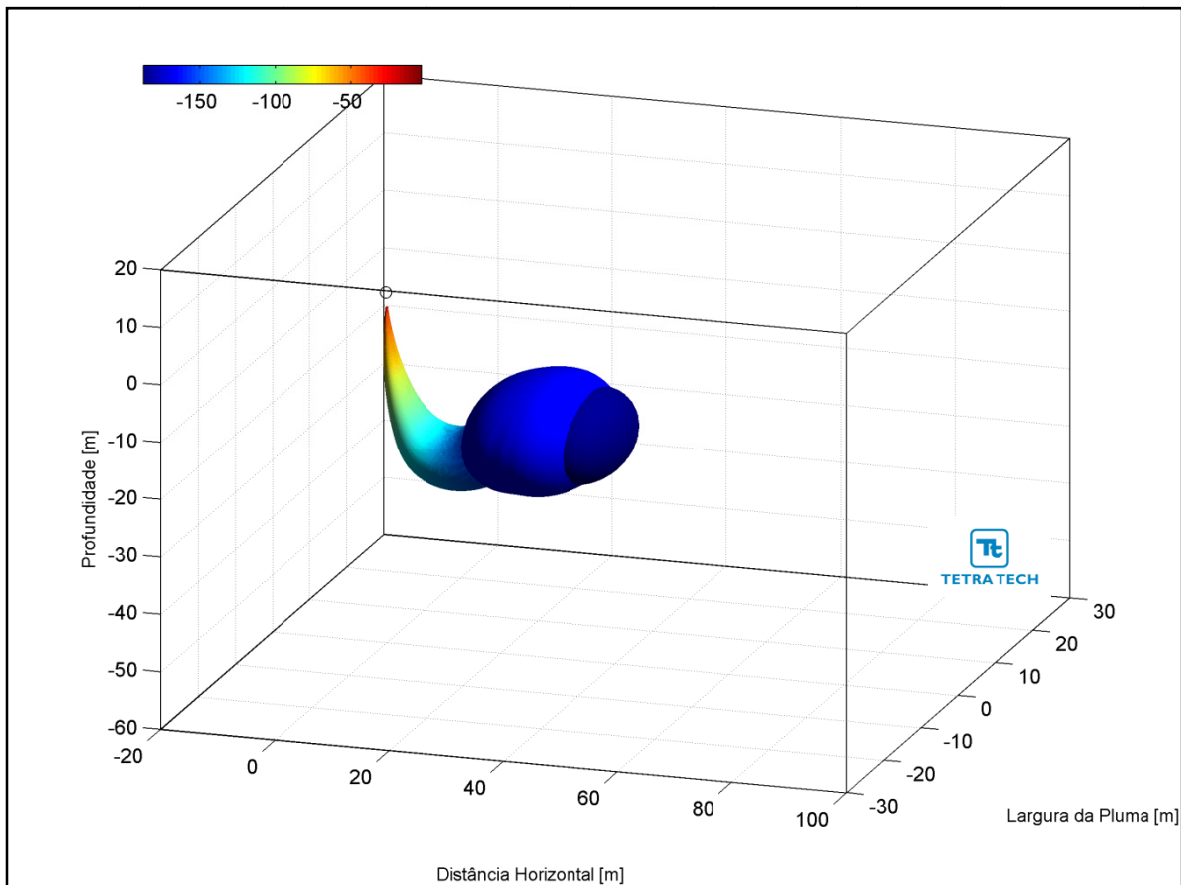


**Figura III-250** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno.



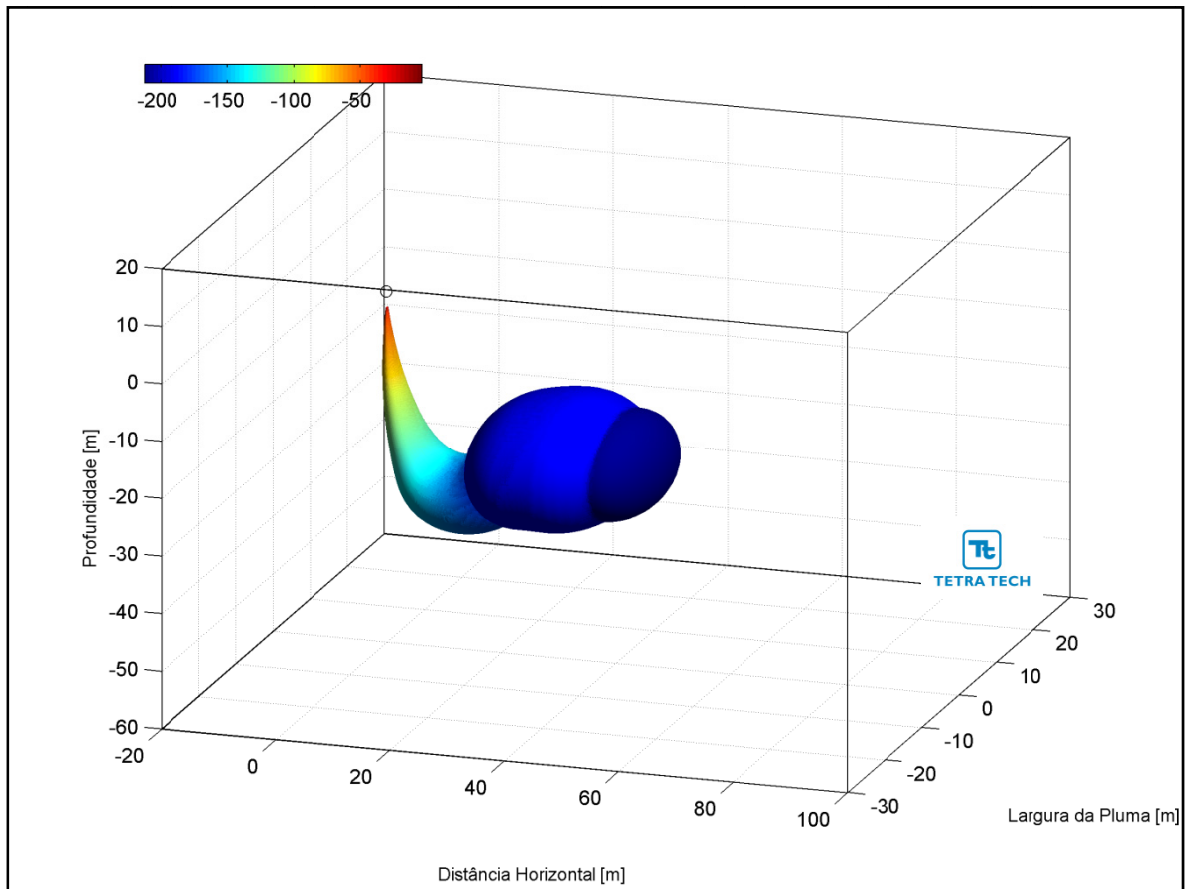
**Figura III-251** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-252) e inverno (Figura III-253), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 23 metros, não atingindo a superfície.



**Figura III-252** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco NW, no período de verão.





**Figura III-253** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Franco NW, no período de inverno.

A Tabela III-64 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA no 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.

**Tabela III-64 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Franco NW, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPONENTES                                  | CONCENTRAÇÃO NO PONTO DE DESCARTE (mg/L) | LIMITE RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 ART. 18 (mg/L) | DILUIÇÃO MÍNIMA PARA ENQUADRAMENTO (vezes) | CONCENTRAÇÃO NO CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|--|--|---|--|--------------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|
|  |  |   |  | Opção 01                             |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|  |  |   |  | Verão                                | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0                                      | 1,0   | –  | 0,007                                | 0,006   | 0,016    | 0,013   | 0,005    | 0,005   |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0                                    | –   | –  | 2,97                                 | 2,48    | 6,61     | 5,46    | 2,11     | 1,85    |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0                                  | –   | –  | 9,88                                 | 8,23    | 21,99    | 18,17   | 7,02     | 6,16    |
| Cloro (Cl <sup>-</sup> )                     | 29.185,0                                 | –   | –  | 213,50                               | 177,96  | 475,33   | 392,80  | 151,69   | 133,20  |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0                                     | –   | –  | 0,20                                 | 0,17    | 0,46     | 0,38    | 0,15     | 0,13    |
| Ferro total                                  | 1,0                                      | 0,3   | 3,3  | 0,007                                | 0,006   | 0,016    | 0,013   | 0,005    | 0,005   |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0                                  | –   | –  | 40,09                                | 33,41   | 89,25    | 73,76   | 28,48    | 25,01   |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0                                      | 0,4   | 2,5  | 0,007                                | 0,006   | 0,016    | 0,013   | 0,005    | 0,005   |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0                                    | –   | –  | 3,80                                 | 3,17    | 8,47     | 7,00    | 2,70     | 2,37    |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0                                 | –   | –  | 102,19                               | 85,18   | 227,51   | 188,01  | 72,60    | 63,76   |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0                                 | –   | –  | 96,45                                | 80,40   | 214,74   | 177,46  | 68,53    | 60,18   |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco NW, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias de, aproximadamente, 6 m do ponto de lançamento.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo através da Opção 02, no período de verão, para a CENO com biocida. Esta diluição só é alcançada no domínio do campo afastado, cujas características e resultados são apresentados no Item III.2.

Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 26 m do ponto de lançamento.

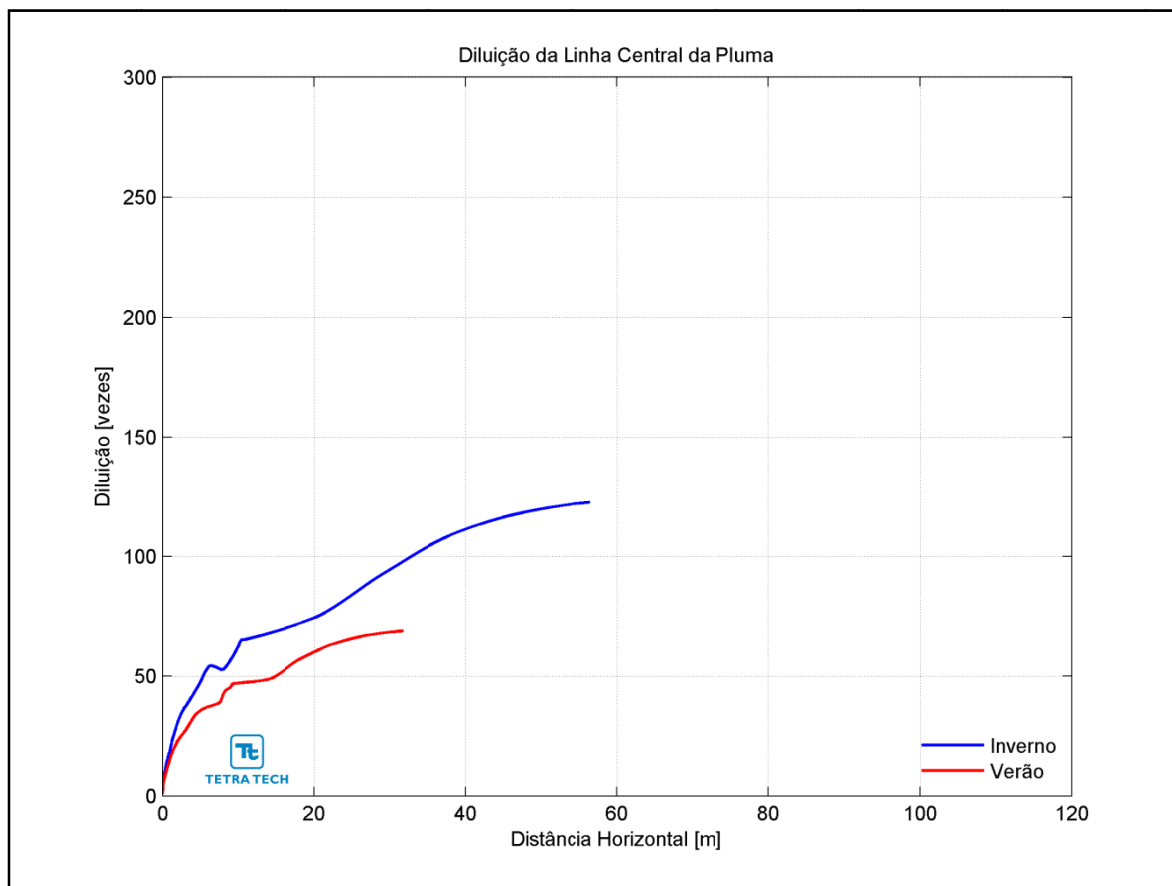
### III.1.5.13 Desenvolvimento da Produção de Carioca

A Tabela III-65 apresenta os resultados das simulações no campo próximo para o lançamento do efluente da URS a partir do DP de Carioca. Observa-se que a diluição é maior no período de inverno do que no período de verão.

**Tabela III-65 - Resultados das simulações do campo próximo do lançamento do efluente da URS a partir do DP de Carioca.**

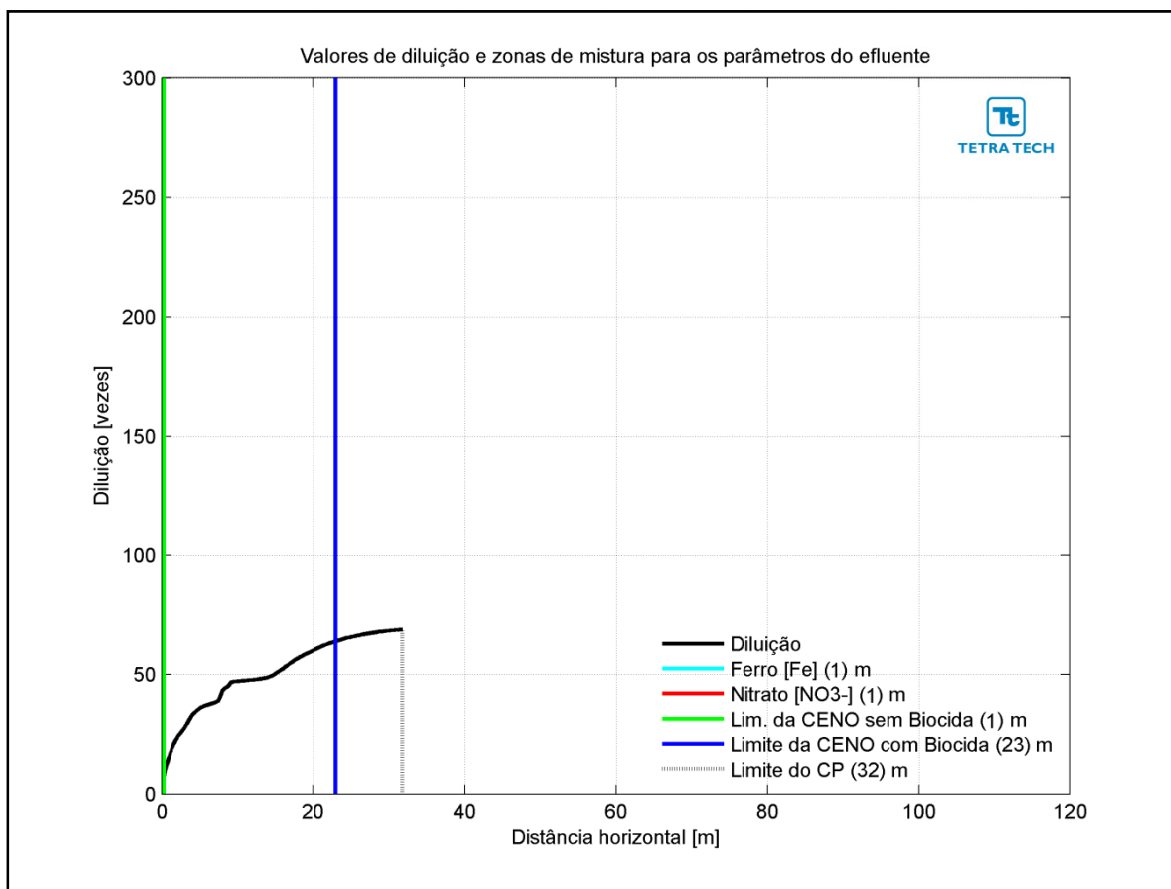
| PARÂMETROS                         | OPÇÃO 01 |         | OPÇÃO 02 |         | OPÇÃO 03 |         |
|------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO | VERÃO    | INVERNO |
| Diluição                           | 69,9     | 122,7   | 72,6     | 123,2   | 155,8    | 277,1   |
| Espessura final da pluma (m)       | 2,7      | 3,6     | 2,8      | 3,7     | 2,9      | 4,1     |
| Comprimento do campo próximo (m)   | 31,8     | 56,8    | 45,4     | 71,1    | 56,2     | 101,2   |
| Profundidade terminal da pluma (m) | 19,1     | 27,0    | 18,2     | 25,7    | 18,7     | 25,4    |

A Figura III-254 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 01 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

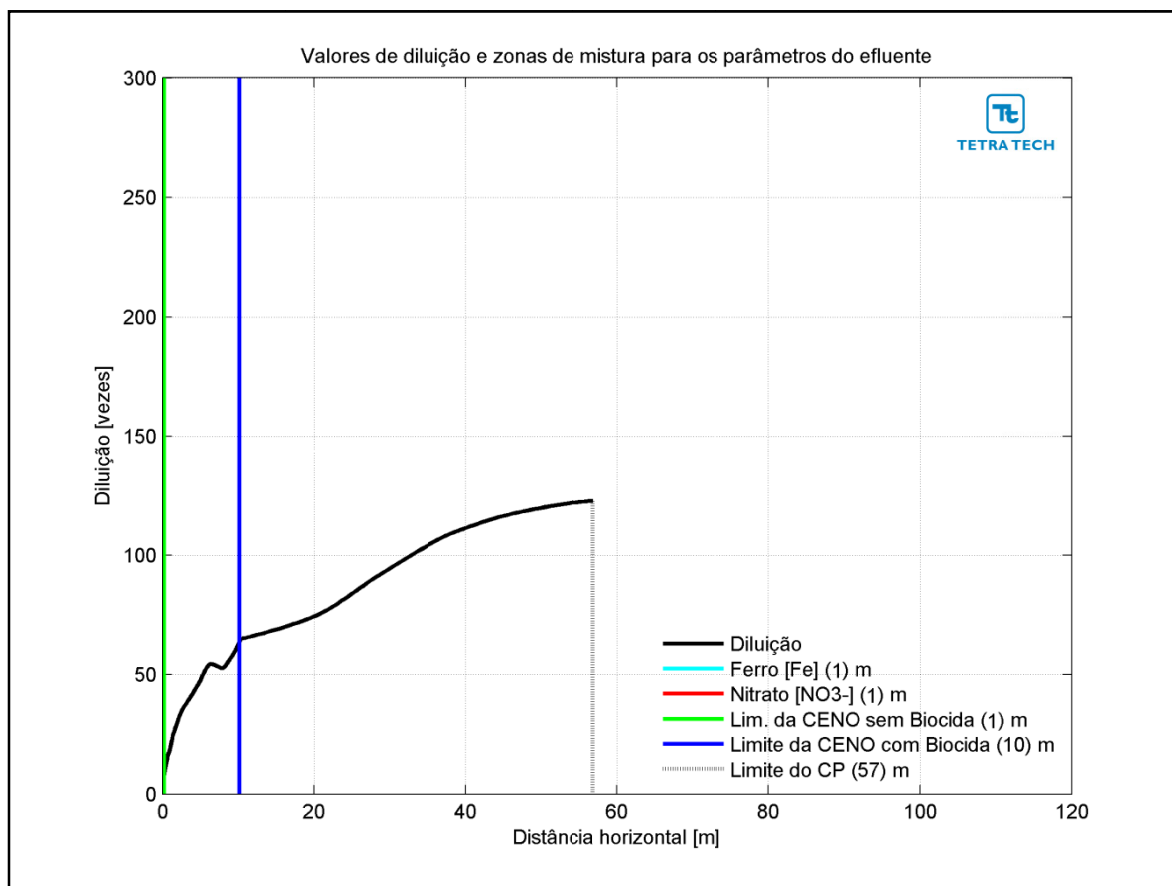


**Figura III-254 - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 01 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno.**

Na Figura III-255 e na Figura III-256 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 23 m no verão e 10 m no inverno. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 32 m no verão para 57 m no inverno.

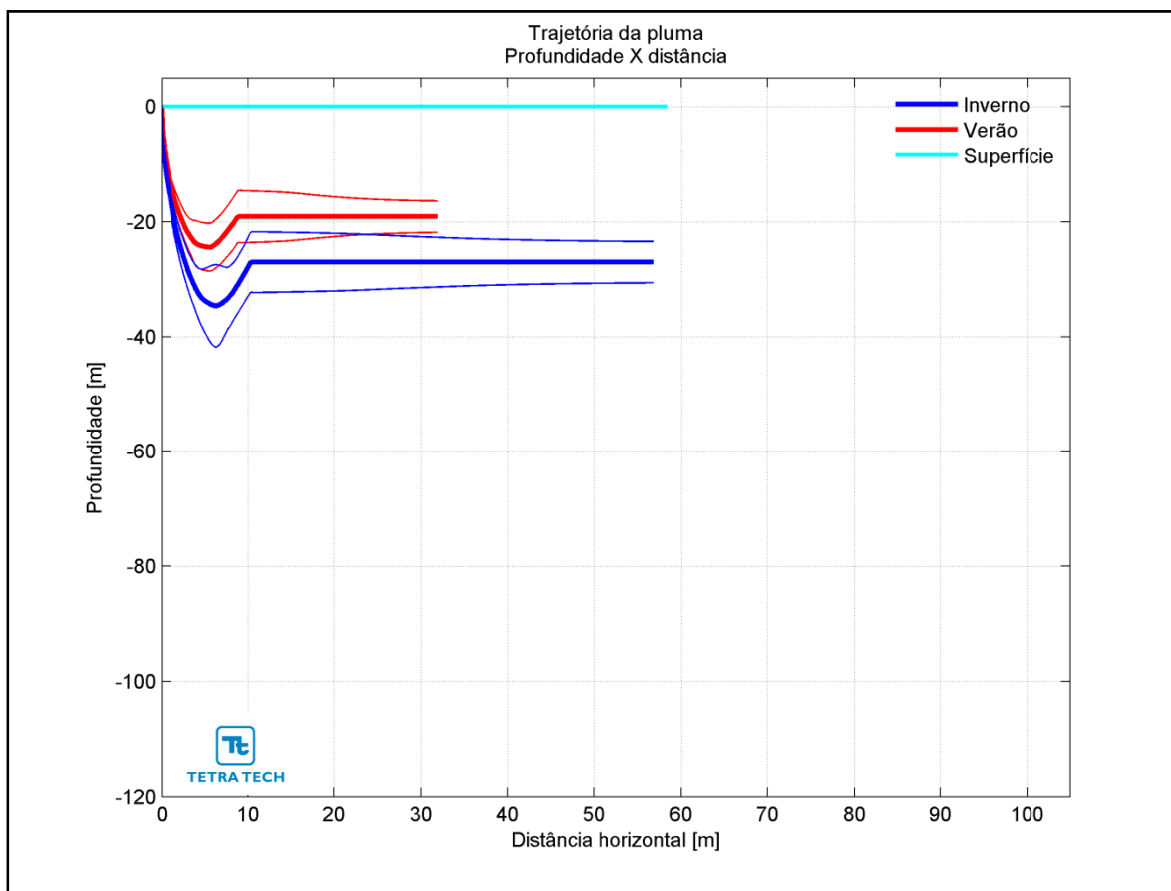


**Figura III-255** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Carioca, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

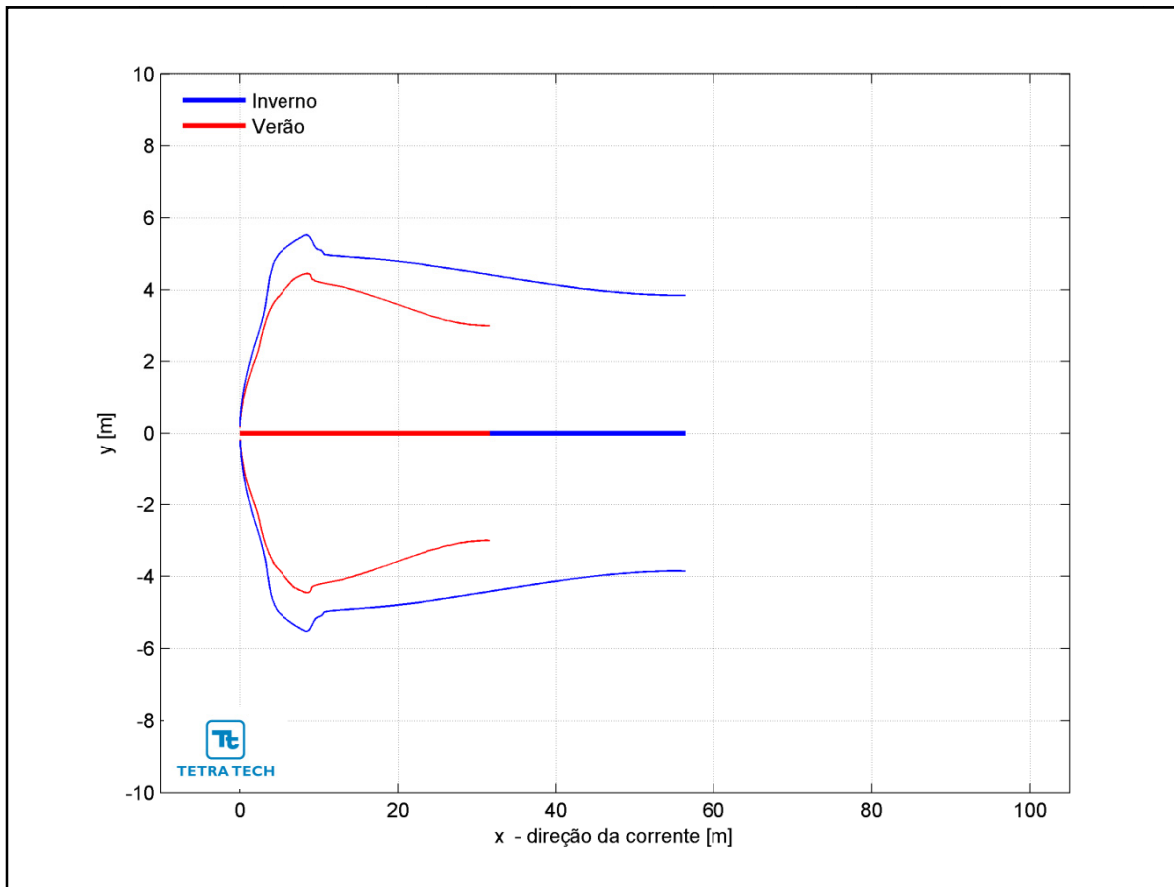


**Figura III-256** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Carioca, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-257 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 01 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 19 e 27 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-258 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.



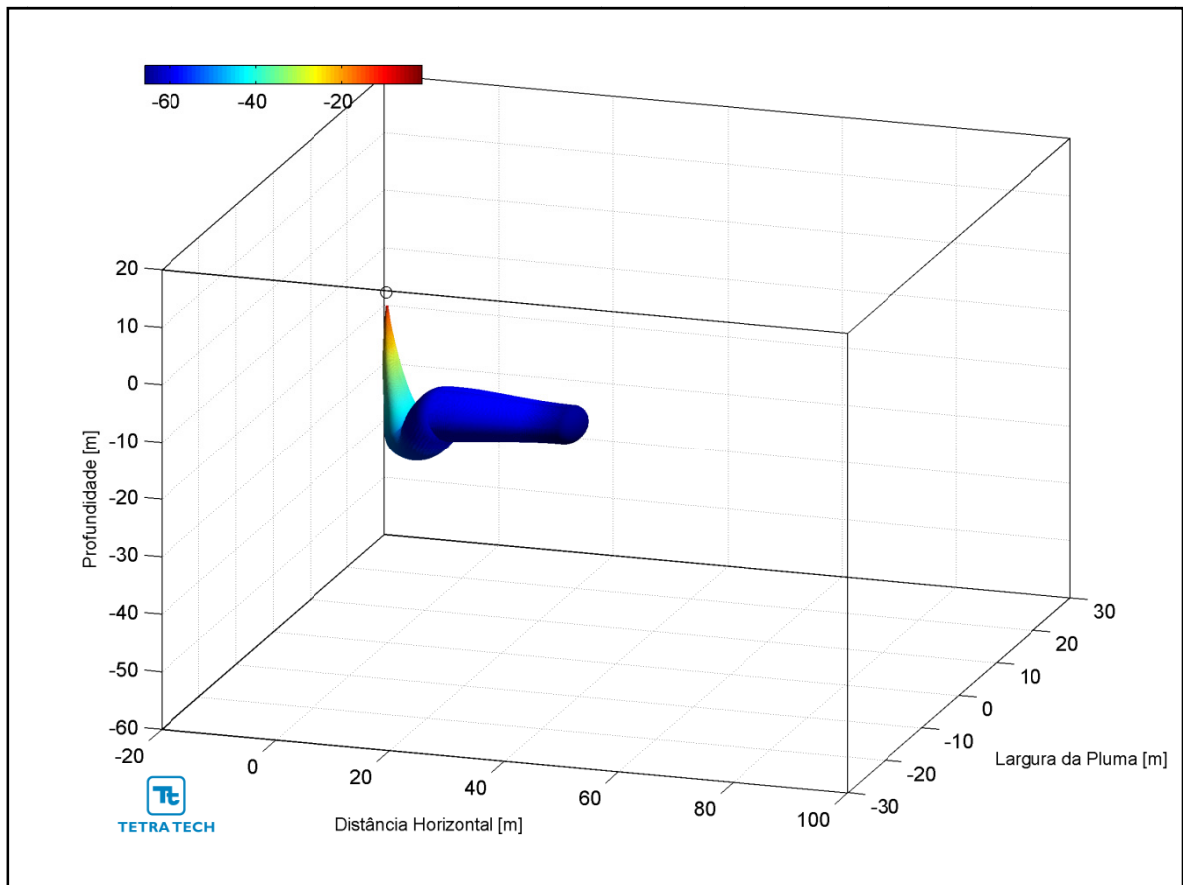
**Figura III-257 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno.**



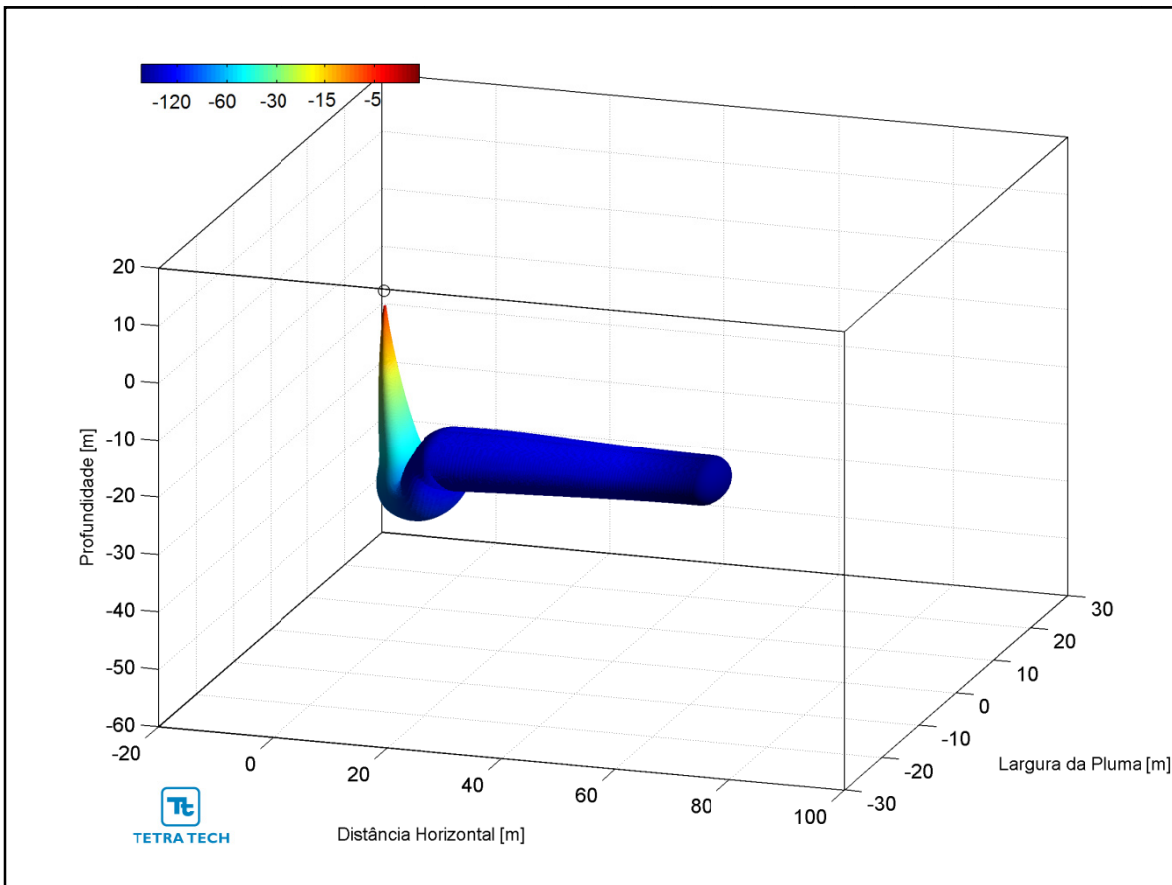
**Figura III-258** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno.



As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 01 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-259) e inverno (Figura III-260), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade superior a 19 metros, não atingindo a superfície.

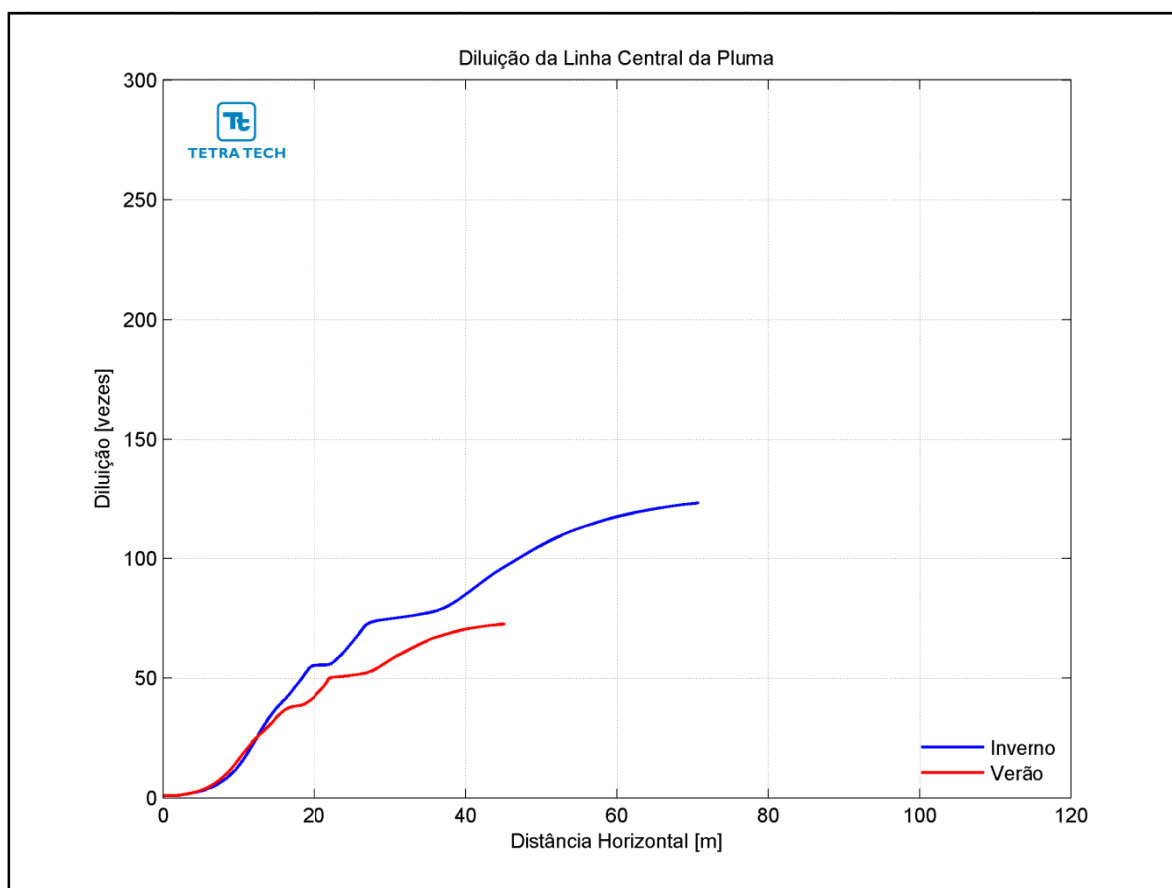


**Figura III-259** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Carioca, no período de verão.



**Figura III-260** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 01 do DP de Carioca, no período de inverno.

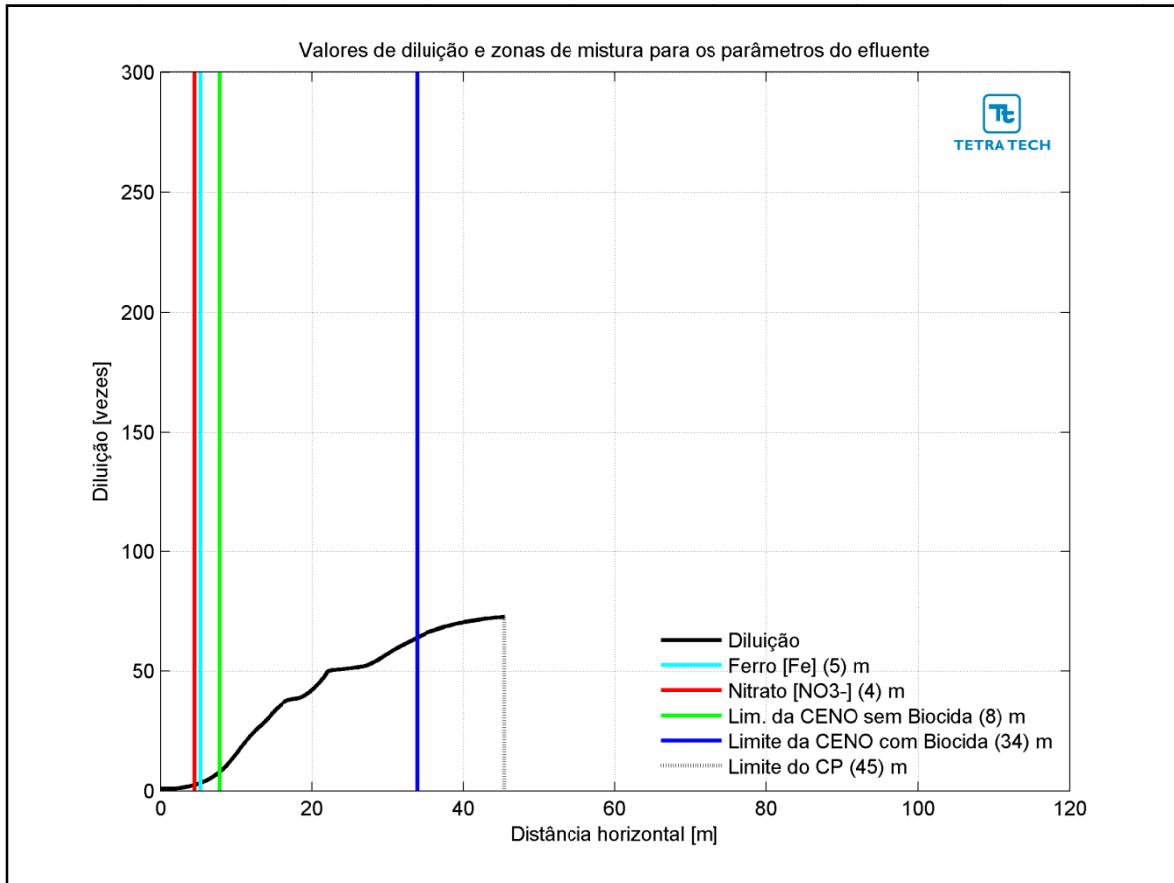
A Figura III-261 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 02 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.



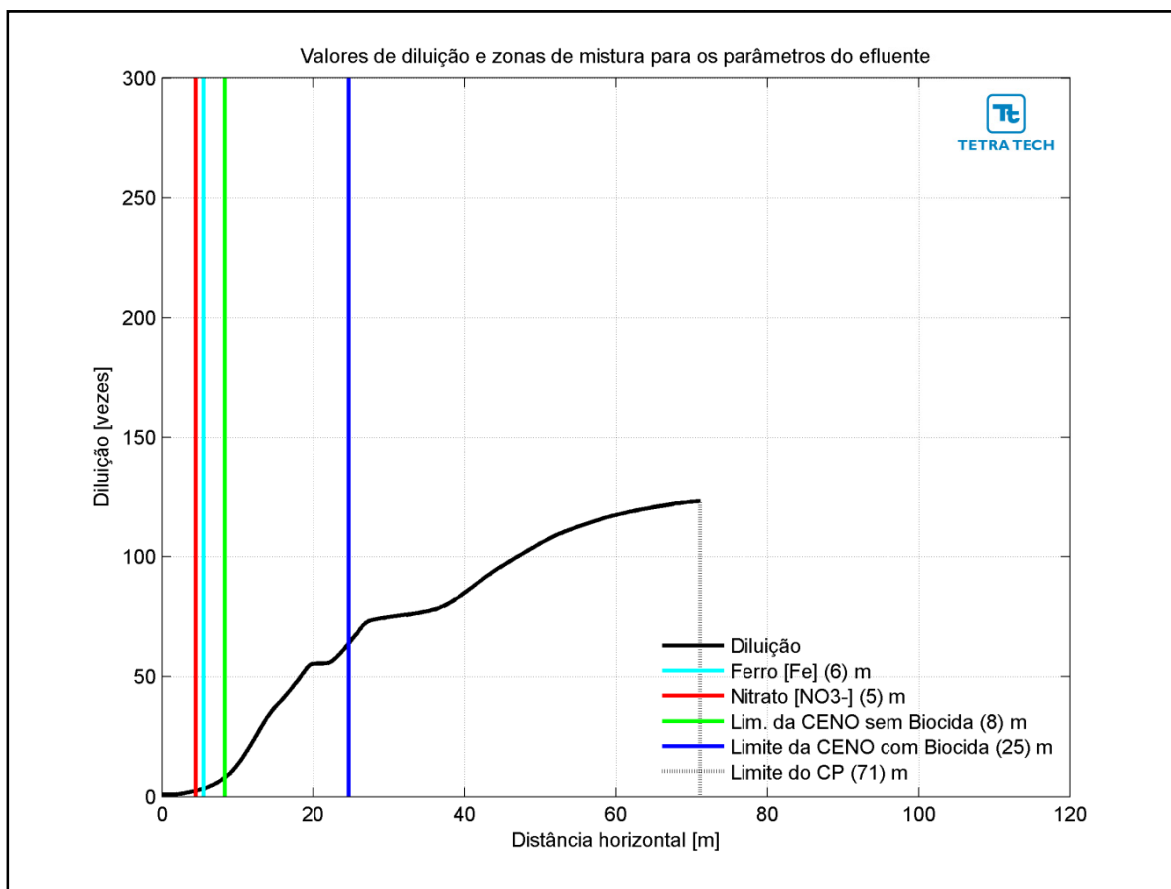
**Figura III-261** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 02 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-262 e na Figura III-263 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 34 m no verão e 25 m no inverno. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma

distância inferior a 8 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 45 m no verão para 71 m no inverno.

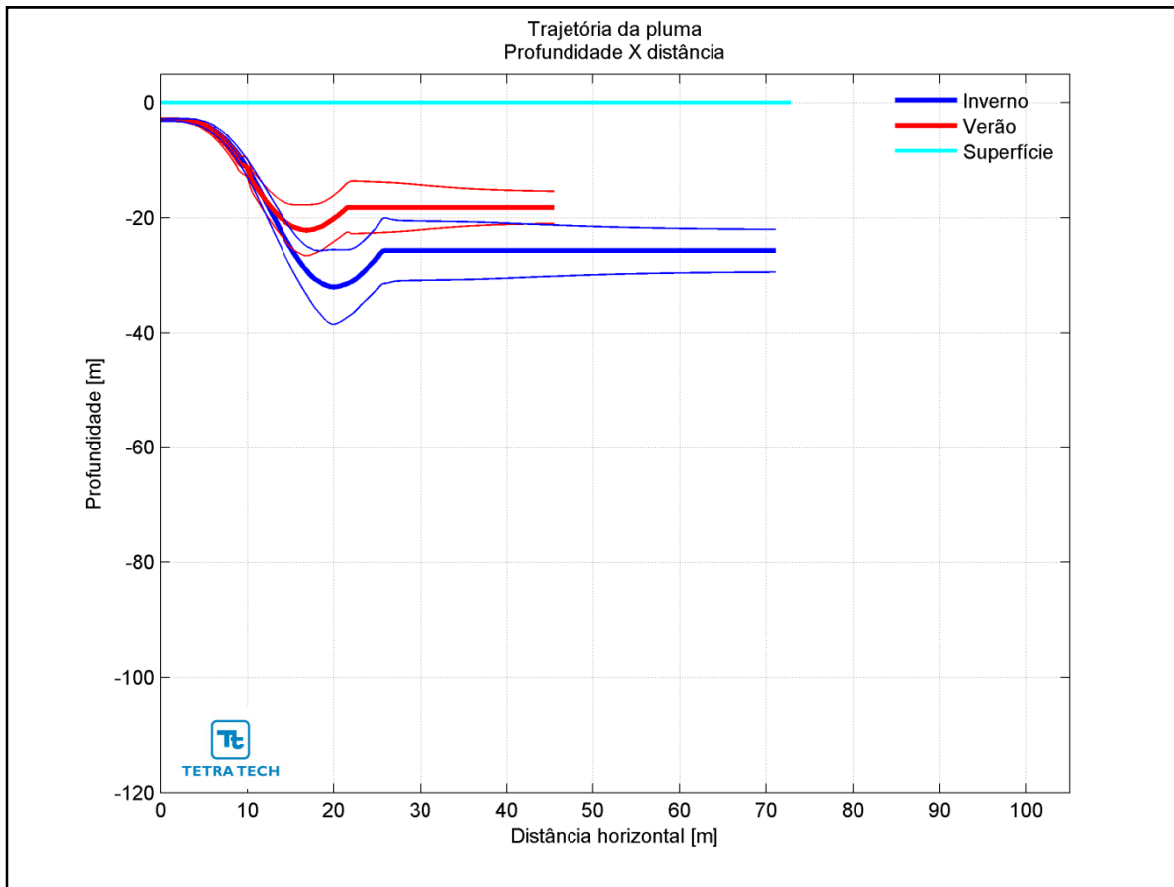


**Figura III-262** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Carioca, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

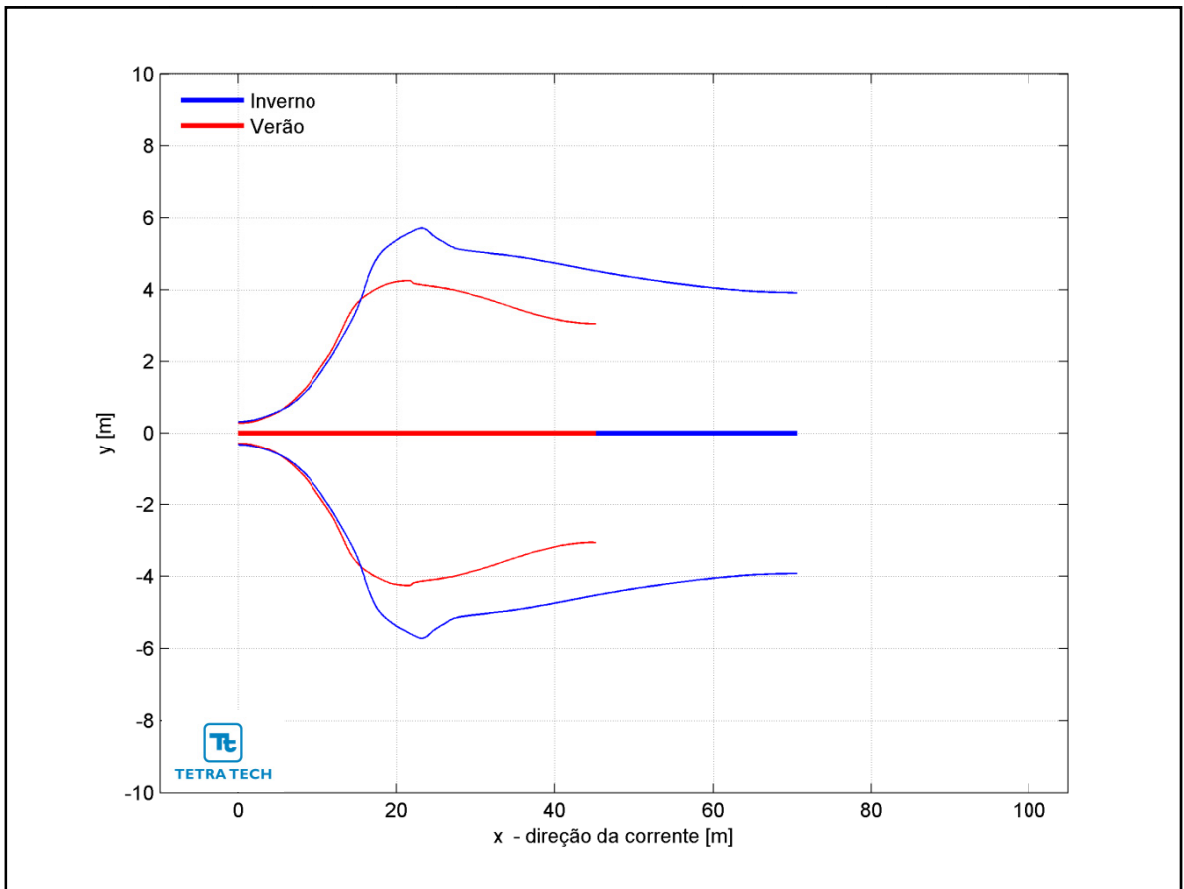


**Figura III-263** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Carioca, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-264 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 02 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 18 e 25 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-265 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

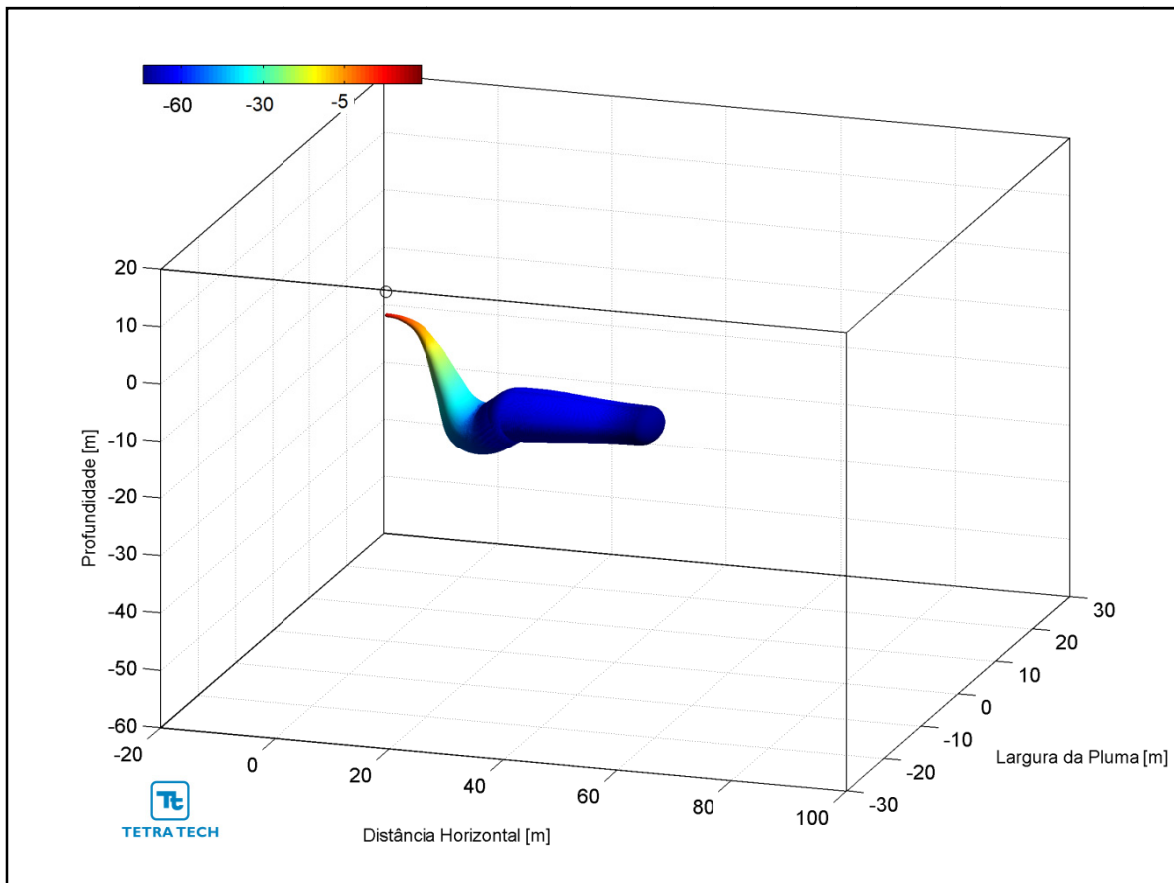


**Figura III-264** - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno.



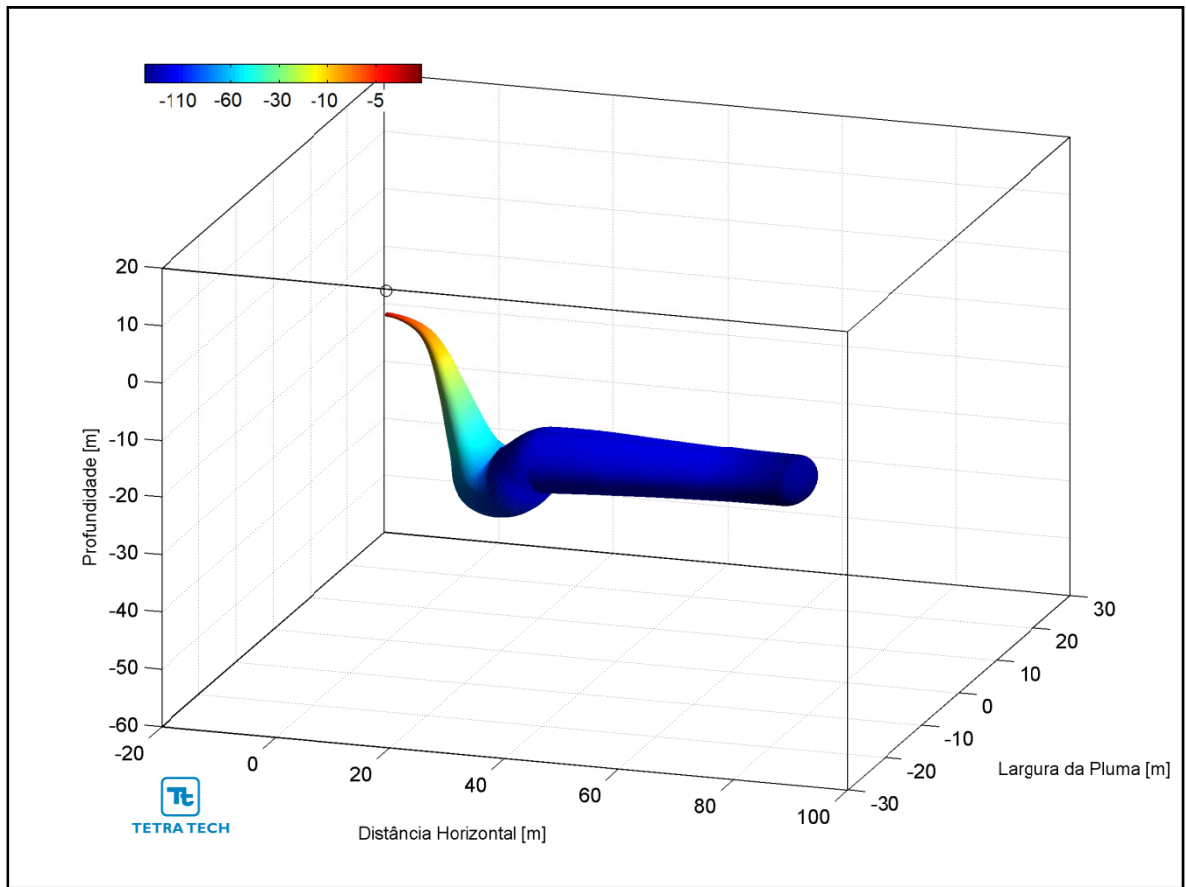
**Figura III-265 - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno.**

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 02 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-266) e inverno (Figura III-267), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 20 metros, não atingindo a superfície.



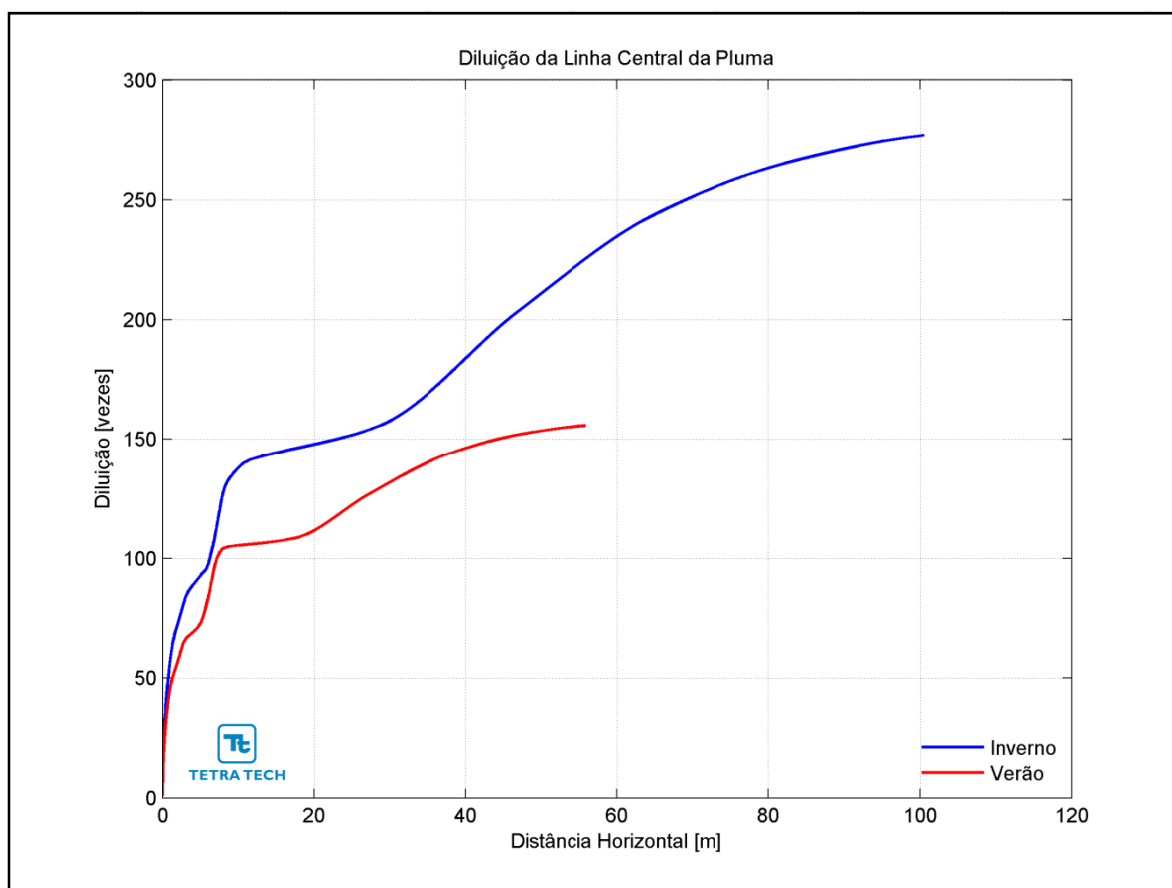
**Figura III-266** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Carioca, no período de verão.





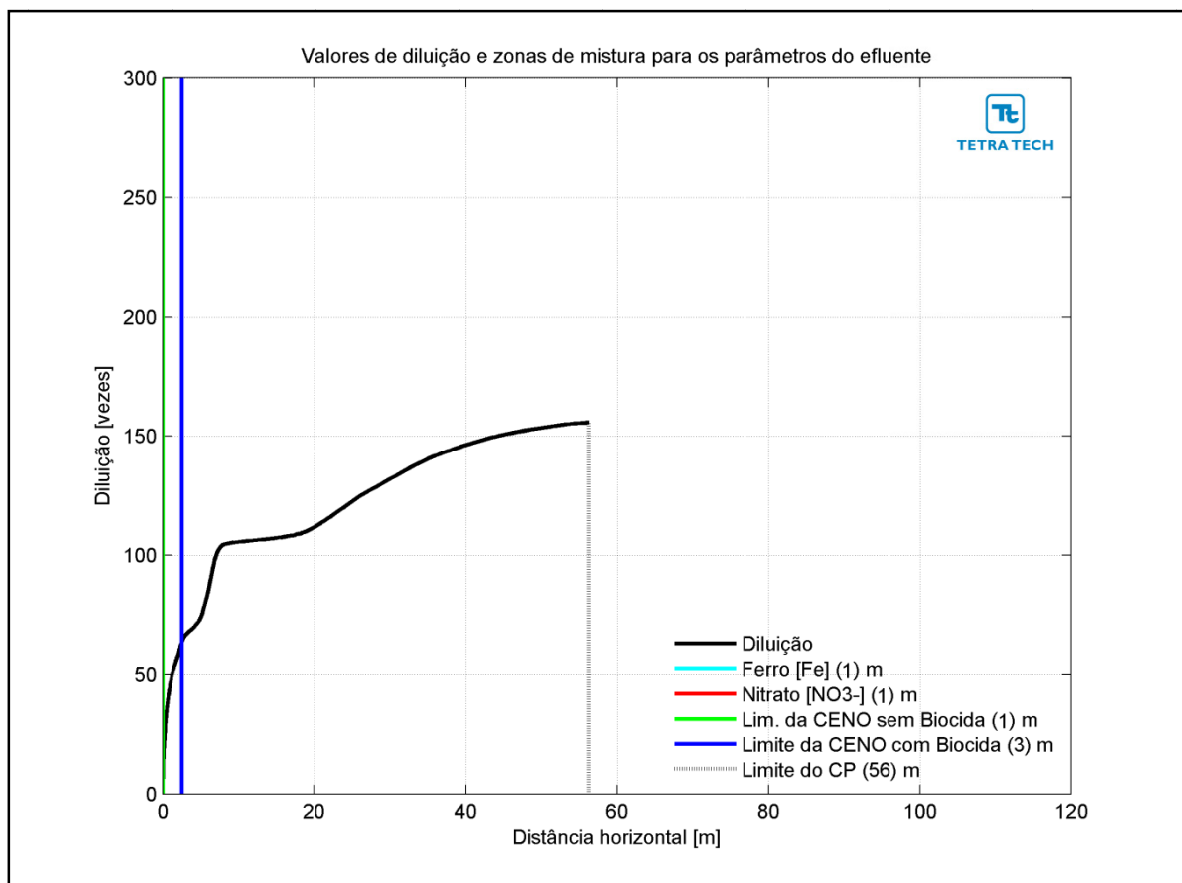
**Figura III-267** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Carioca, no período de inverno.

A Figura III-268 apresenta as diluições da pluma do efluente da URS para a Opção 03 em relação à distância do ponto de lançamento, baseado nos resultados do campo próximo, calculados nos períodos de verão e inverno. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma/jato se afasta do ponto de lançamento.

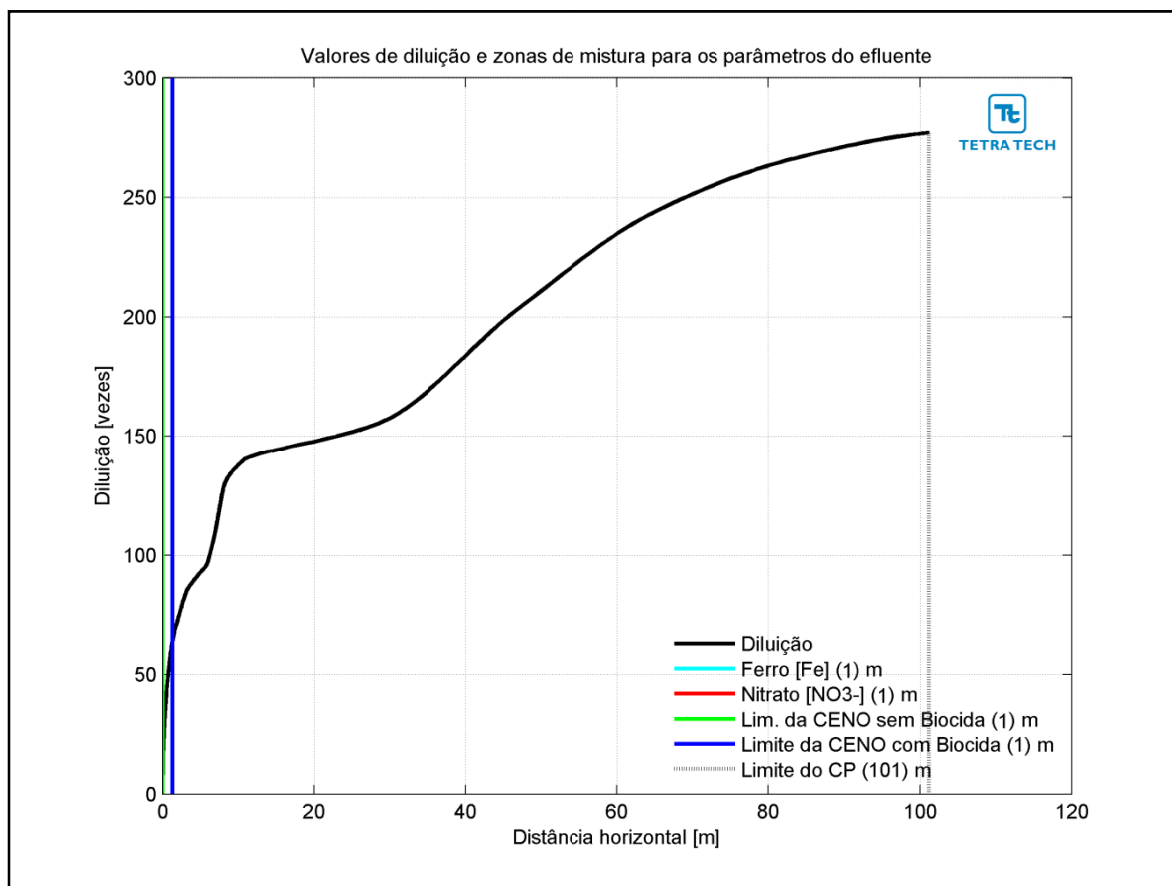


**Figura III-268** - Diluição em relação a distância do ponto de lançamento do efluente da URS da Opção 03 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno.

Na Figura III-269 e na Figura III-270 são apresentadas novamente as curvas de diluição, mas com linhas verticais indicando as distâncias nas quais o efluente atinge diluições suficientes para o enquadramento nos critérios ambientais adotados, nos períodos de verão e inverno. A posição da diluição de 64 vezes (CENO com biocida) é indicada pela linha de cor azul, e ocorre a uma distância de 3 m. A CENO sem biocida (com diluição de 8 vezes) e os demais parâmetros do efluente (*i.e.* ferro e nitrato) são enquadrados a uma distância de cerca de 1 m. A extensão do campo próximo varia de, aproximadamente, 56 m no verão para 101 m no inverno.

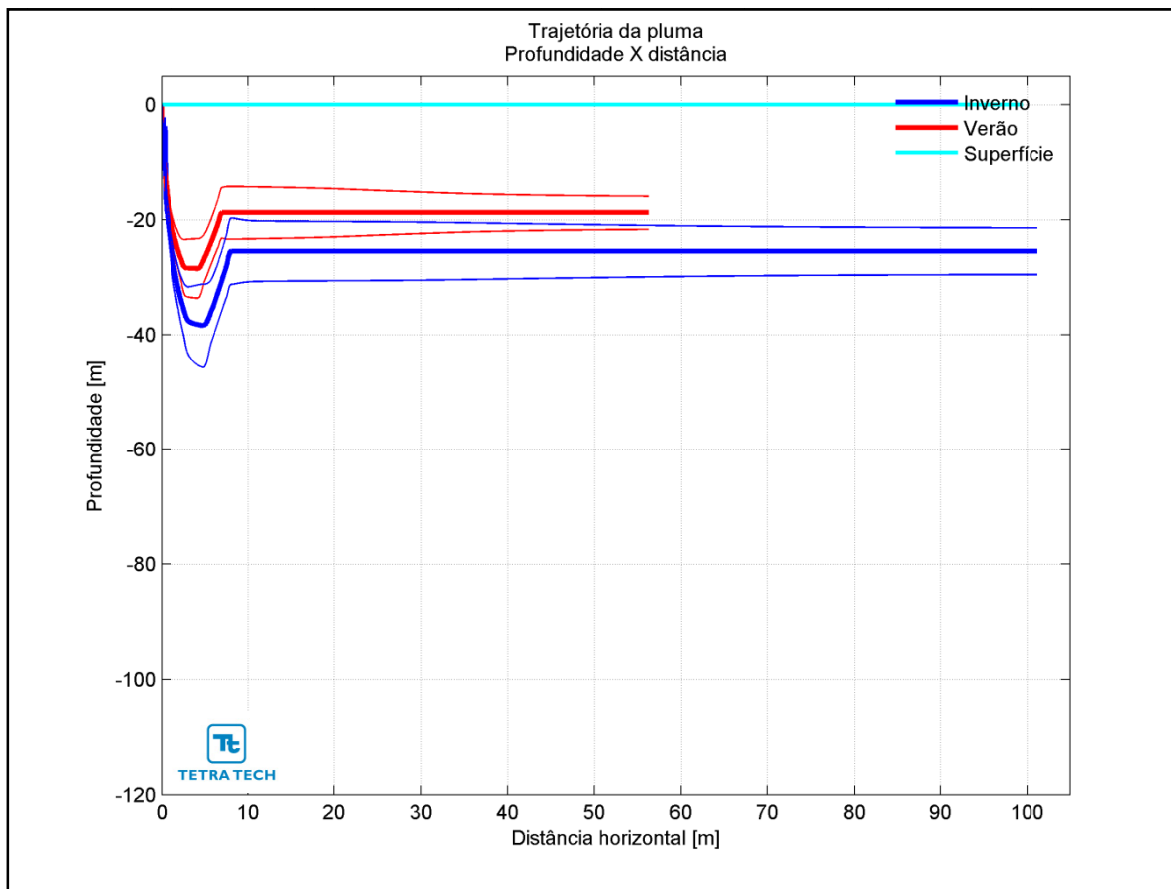


**Figura III-269** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Carioca, no período de verão. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

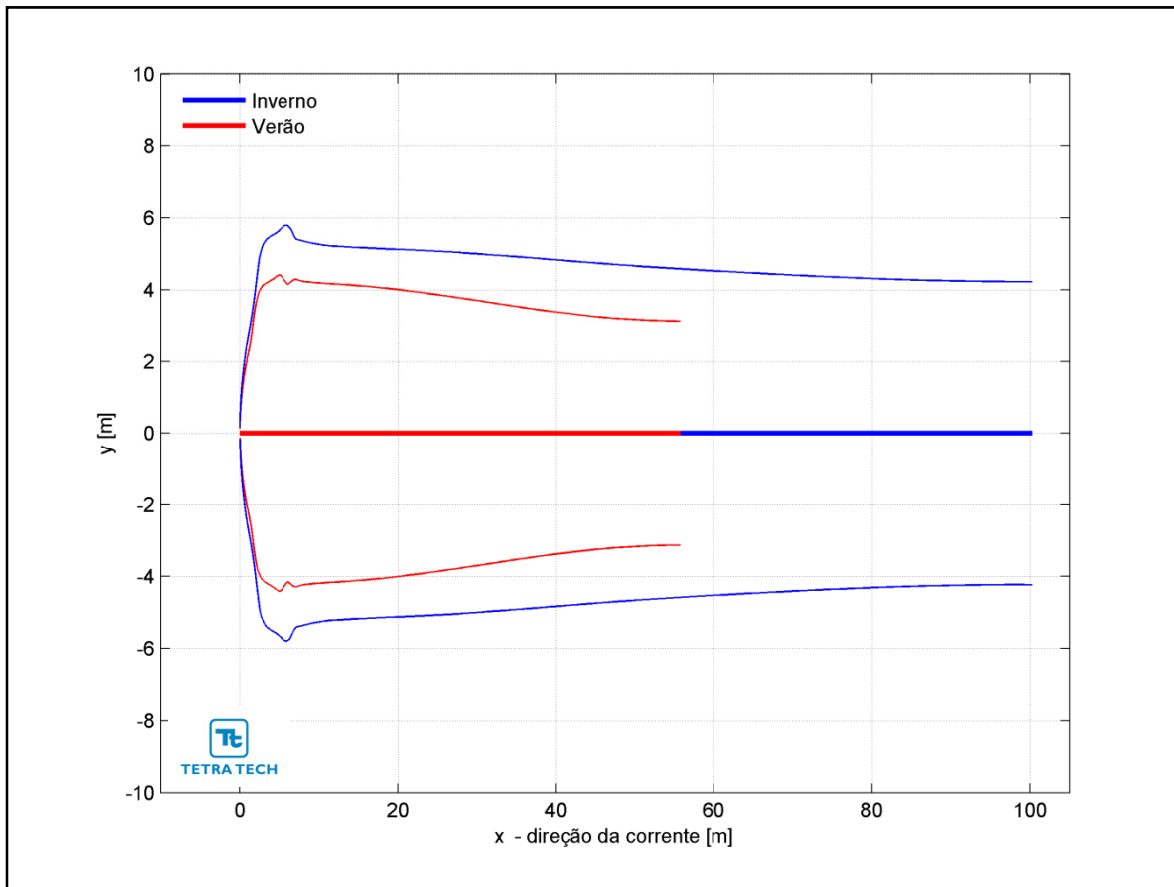


**Figura III-270** - Curva de diluição do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Carioca, no período de inverno. As linhas verticais coloridas indicam as posições de enquadramento dos parâmetros de acordo com a legislação ambiental.

Na Figura III-271 é representada a linha central da pluma do efluente da URS para a Opção 03 e seus limites superior e inferior (linhas de menor espessura) nos períodos de verão e inverno. Nesta figura é indicada a profundidade na coluna d'água na qual a pluma se mantém no domínio do campo próximo. Nestes cenários a linha central da pluma manteve-se a, aproximadamente, 19 e 25 m de profundidade nos períodos de verão e inverno, respectivamente. Já a Figura III-272 ilustra uma vista em planta da trajetória da pluma no campo próximo, na qual é representada a linha central da pluma e seus limites de largura, para ambos os períodos simulados.

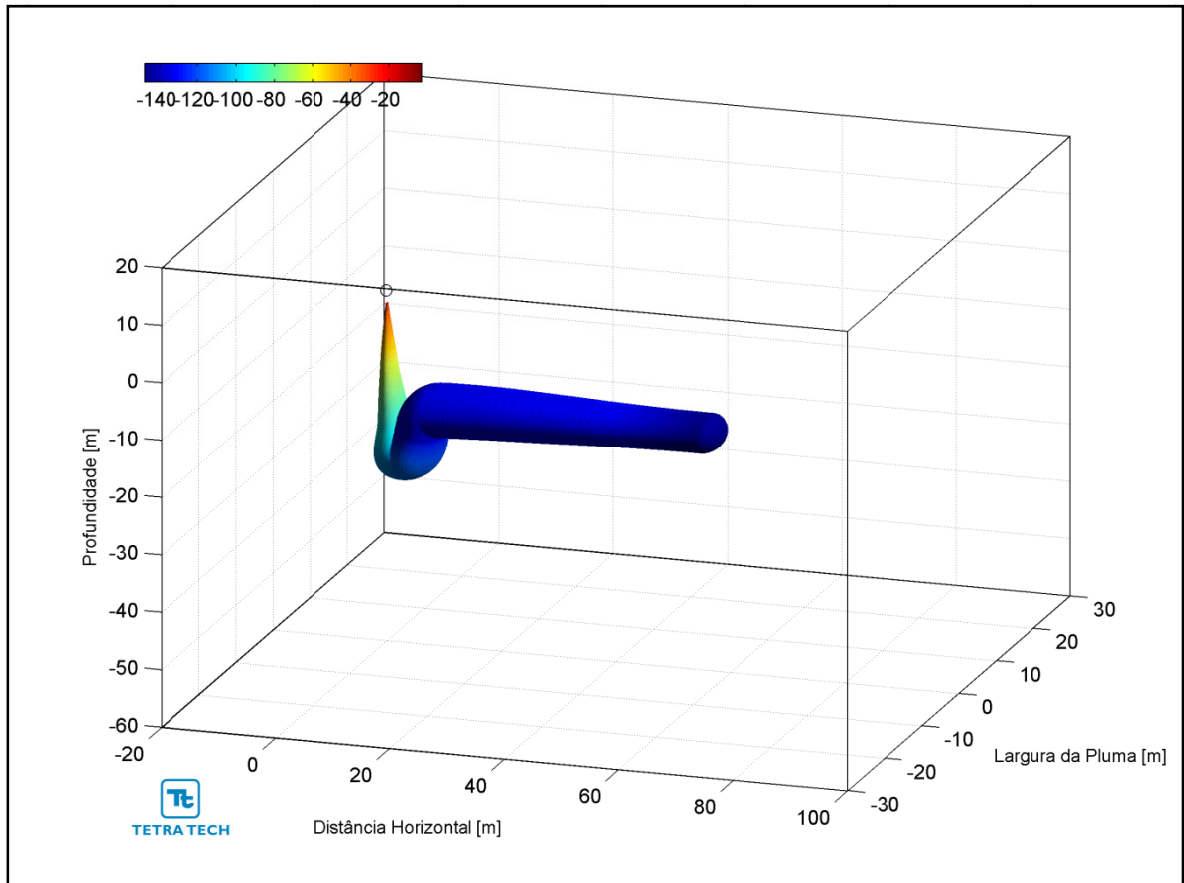


**Figura III-271 - Trajetória vertical (distância e profundidade) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno.**

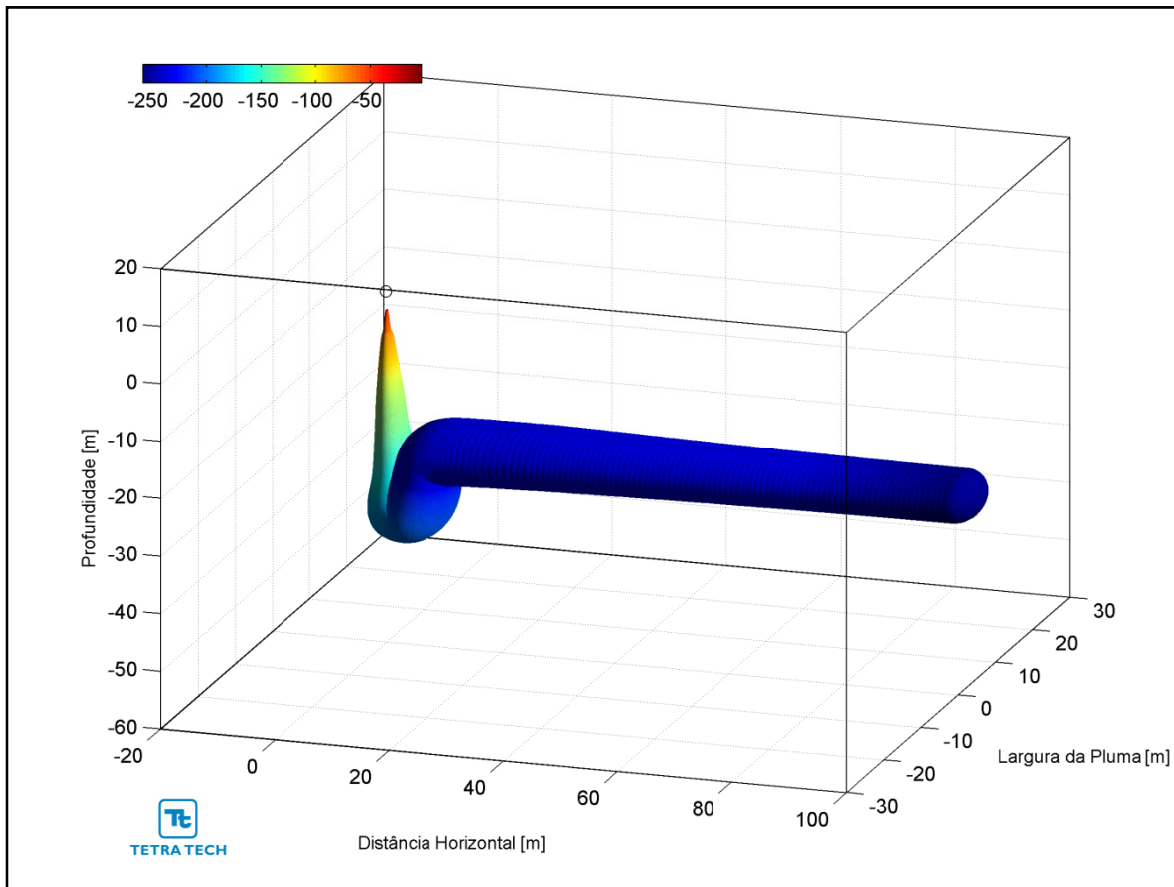


**Figura III-272** - Trajetória horizontal (vista em planta) do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno.

As figuras a seguir, representam a pluma do efluente da URS para a Opção 03 em 3D, nos períodos de verão (Figura III-273) e inverno (Figura III-274), respectivamente. Observa-se que, para estes cenários de campo próximo, a pluma fica aprisionada numa profundidade média de 20 metros, não atingindo a superfície.



**Figura III-273** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Carioca, no período de verão.



**Figura III-274** - Vista em 3D da pluma no campo próximo do efluente da URS a partir do ponto de lançamento para a Opção 03 do DP de Carioca, no período de inverno.



A Tabela III-66 apresenta as concentrações iniciais dos parâmetros presentes no efluente da URS, as concentrações limite da legislação (Resolução do CONAMA no 357/05), as diluições mínimas necessárias para enquadramento e as concentrações correspondentes à diluição no final do campo próximo, para as três opções simuladas.

**Tabela III-66 - Concentração dos parâmetros simulados no ponto de lançamento, além da concentração limite da legislação, diluições mínimas para o enquadramento e valores correspondentes à diluição no campo próximo para o efluente da URS descartado a partir de três opções para o DP de Carioca, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPO-<br>NENTES                             | CONCEN-<br>TRAÇÃO<br>NO PONTO<br>DE<br>DESCARTE<br>(mg/L) | LIMITE<br>RESOLUÇÃO<br>CONAMA<br>357/05<br>ART. 18<br>(mg/L) | DILUIÇÃO<br>MÍNIMA<br>PARA<br>ENQUADRA-<br>MENTO<br>(vezes) | CONCENTRAÇÃO NO<br>CAMPO PRÓXIMO (mg/L) |         |          |         |          |         |
|--|---|--|---|---|---------|----------|---------|----------|---------|
|  |   |  |   | Opção 01                                |         | Opção 02 |         | Opção 03 |         |
|  |   |  |   | Verão                                   | Inverno | Verão    | Inverno | Verão    | Inverno |
| Bário (Ba <sup>++</sup> )                    | 1,0   | 1,0  | –   | 0,015                                   | 0,008   | 0,014    | 0,008   | 0,006    | 0,004   |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 406,0   | –  | –   | 5,89                                    | 3,31    | 5,59     | 3,07    | 2,14     | 1,47    |
| Cálcio (Ca <sup>++</sup> )                   | 1.350,0   | –  | –   | 19,59                                   | 11,00   | 18,60    | 10,21   | 8,66     | 4,87    |
| Cloro (Cl)                                   | 29.185,0  | –  | –   | 423,58                                  | 237,86  | 402,00   | 220,76  | 187,32   | 105,32  |
| Estrôncio (Sr <sup>++</sup> )                | 28,0  | –  | –   | 0,41                                    | 0,23    | 0,39     | 0,21    | 0,18     | 0,10    |
| Ferro total                                  | 1,0   | 0,3  | 3,3   | 0,015                                   | 0,008   | 0,014    | 0,008   | 0,006    | 0,004   |
| Magnésio (Mg <sup>++</sup> )                 | 5.480,0   | –  | –   | 79,54                                   | 44,66   | 75,48    | 41,45   | 35,17    | 19,78   |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | 1,0   | 0,4  | 2,5   | 0,015                                   | 0,008   | 0,014    | 0,008   | 0,006    | 0,004   |
| Potássio (K <sup>+</sup> )                   | 520,0   | –  | –   | 7,55                                    | 4,24    | 7,16     | 3,93    | 3,34     | 1,88    |
| Sódio (Na <sup>+</sup> )                     | 13.969,0  | –  | –   | 202,74                                  | 113,85  | 192,41   | 105,67  | 89,66    | 50,41   |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )      | 13.185,0  | –  | –   | 191,36                                  | 107,46  | 181,61   | 99,74   | 84,63    | 47,58   |

Através da análise dos resultados das simulações de campo próximo de descarte do efluente da URS a partir do DP de Carioca, pode se concluir que estas diluições são suficientes para que todos os compostos considerados atinjam concentrações inferiores às estabelecidas na Resolução do CONAMA nº 357/05, ainda no domínio do campo próximo. Como se observa nos resultados apresentados, a diluição de 3,3 vezes, maior diluição necessária para o enquadramento do efluente da URS (relativo ao ferro) neste critério ambiental é atingido em distâncias inferiores a 6 m do ponto de lançamento.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio também são suficientes para o enquadramento do efluente. Conforme se observa nos resultados apresentados, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida), para as demais opções de lançamento do efluente da URS, são atingidas em distâncias inferiores a 34 m do ponto de lançamento.

### **III.2 MODELAGEM DA DILUIÇÃO E DISPERSÃO NO CAMPO AFASTADO**

Na modelagem do campo afastado foi utilizado o modelo CHEMMAP,<sup>11</sup> desenvolvido pela ASA (Anexo B). O CHEMMAP é um modelo desenvolvido para a previsão da trajetória e transformações biogeoquímicas de produtos químicos, incluindo as substâncias flutuantes, as que afundam e as substâncias solúveis, e possui um histórico de bem sucedidas aplicações em sistemas fluviais, estuarinos e costeiros (ASA, 2008; 2010b; LAMMARDO *et al.*, 2010).

Adicionalmente, este modelo possui a capacidade de utilizar campos de correntes e de ventos variáveis no espaço e no tempo, além de considerar a variação espacial da profundidade.

#### **III.2.1 Descrição dos Cenários Simulados**

As simulações para a determinação da diluição e dispersão de efluentes descartados a partir de cada DP no campo afastado foram realizadas para os parâmetros que não atingiram os critérios ambientais dentro do domínio do campo próximo. Nesta etapa do estudo utilizou-se o modelo CHEMMAP em seus modos probabilístico e determinístico.

---

<sup>11</sup> *Chemical Discharge Model System.*

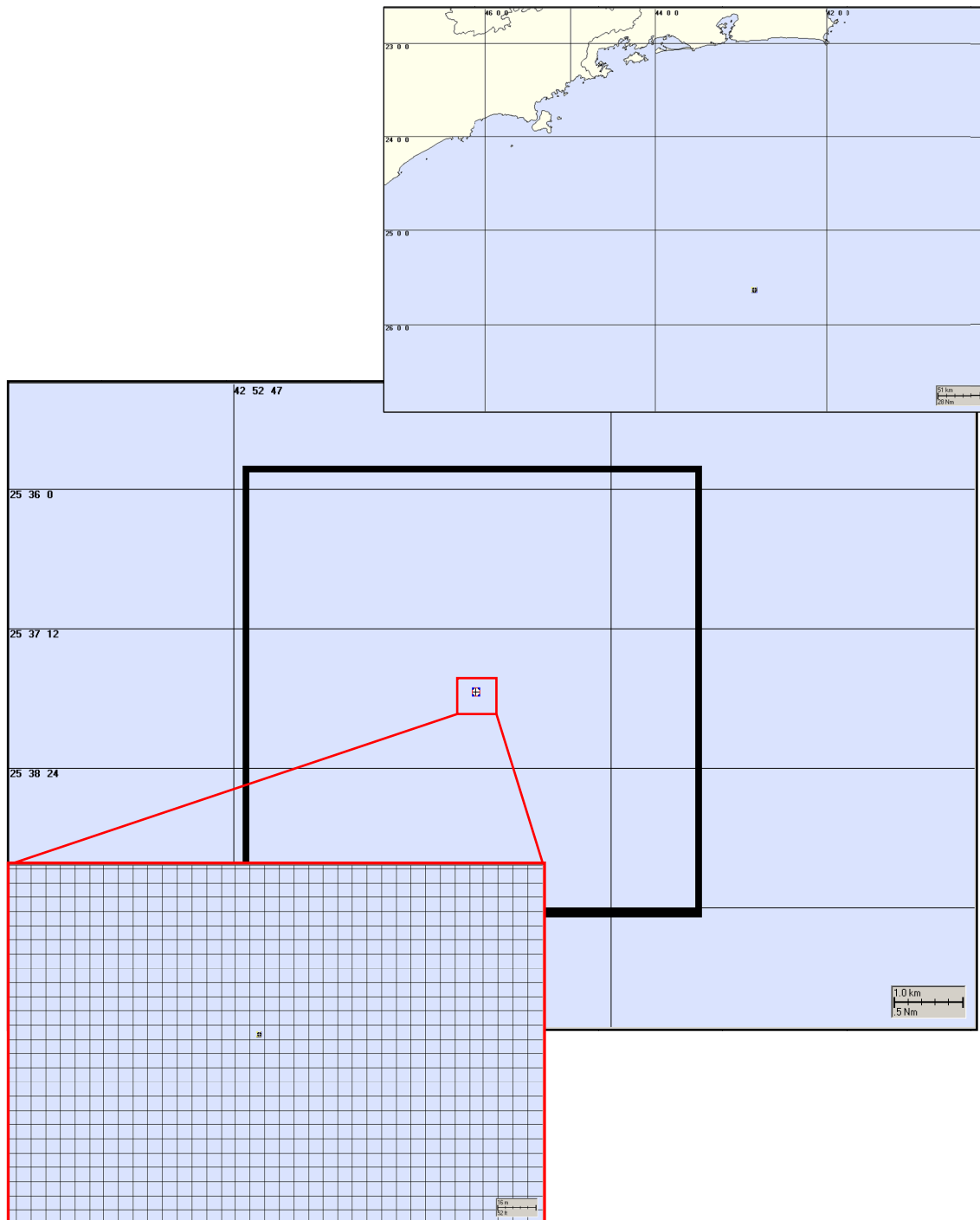
### III.2.1.1 Cenários Probabilísticos

Como no modo probabilístico é considerada a variabilidade das forçantes ambientais, as simulações de comportamento da pluma são realizadas através da variação das condições meteorológicas e oceanográficas. O campo hidrodinâmico utilizado para as simulações do comportamento da pluma foram obtidos a partir do modelo hidrodinâmico apresentado em ASA (2011), assim como os dados de vento utilizados. Para incorporar as variabilidades ambientais, cada cenário probabilístico foi composto por uma série de 30 simulações com o modelo CHEMMAP.

Foram realizadas simulações para o efluente da URS com biocida, utilizando as vazões de 9.540 m<sup>3</sup>/dia (Lula Sul, Lula Norte, Lula Central, Lula Alto e Sapinhoá Norte), 12.720 m<sup>3</sup>/dia (Lula Área de Iracema Norte) e 10.600 m<sup>3</sup>/dia (Franco SW, Franco Sul, Franco 1 e Franco NW). Estas simulações foram realizadas durante o período de verão e com duração de 1 hora (tempo de adição do biocida). As características dos efluentes e dos lançamentos utilizadas nas simulações numéricas foram fornecidas pela PETROBRAS. Nas simulações de campo afastado do lançamento de efluentes também foi considerado um composto conservativo para a representação deste efluente.

O modelo CHEMMAP foi inicializado com parâmetros calculados na modelagem do campo próximo (extensão do campo próximo, diluição no final do campo próximo, profundidade terminal e espessura da pluma). Quanto à diluição, ao *setup* do passo de tempo, às dimensões (extensão e resolução) da grade *habitat* e ao número de partículas do modelo CHEMMAP, estes foram ajustados de forma a reproduzir para o instante inicial, e para a região correspondente à do campo próximo, uma diluição equivalente à estimada pelo CORMIX. A partir destes parâmetros, o CHEMMAP realiza os seus cálculos de diluição utilizando uma grade tridimensional, na qual cada elemento (célula) apresenta um determinado volume. As diluições são feitas nestes volumes de tal forma que a massa total do composto simulado é conservada.

As grades computacionais utilizadas nas simulações possuem dimensões de 1000x1000 pontos e resolução média de 6 m. De forma ilustrativa, a Figura III-275 mostra a grade implementada para a região do DP de Lula Sul.



**Figura III-275** - Grade habitat/depth utilizada nas simulações com o modelo CHEMMAP para o DP de Lula Sul. Devido à resolução da grade, apenas o contorno desta é apresentado.

Nas simulações probabilísticas, para a determinação da área de influência do lançamento de efluentes, as múltiplas trajetórias das plumas são utilizadas para a produção de curvas de contorno para as máximas concentrações esperadas do efluente em cada ponto de grade e ao longo da coluna d'água. Ou seja, ao final de cada uma das simulações, registra-se o máximo valor de concentração na coluna d'água para cada ponto de grade ao longo do período simulado e, ao final de todas as 30 simulações, calcula-se a média de todas as máximas obtidas. Salienta-se que as concentrações e posição das plumas observadas são correspondentes a todos os instantes a partir do início das simulações. Ao final das simulações, a média das máximas concentrações foi convertida para valores de média das mínimas diluições do efluente a partir do ponto de lançamento.

Com o objetivo de dar suporte e orientar o desenvolvimento de futuros trabalhos de monitoramento ambiental na área do empreendimento, são apresentados, neste relatório, os resultados das simulações das plumas com diluições 10.000 vezes inferiores à concentração de lançamento.

### **III.2.1.2 Cenários Determinísticos**

A análise dos resultados das simulações probabilísticas permitiu identificar os cenários determinísticos críticos. Para essas simulações foram considerados como mais críticos os cenários que apresentaram as maiores concentrações (*i.e.* menores diluições) nas proximidades do ponto de descarte e as simulações que atingiram as maiores distâncias a partir do ponto de descarte. Assim, as simulações (cenários) determinísticas fornecem como resultado os menores valores de diluição que o efluente possa apresentar nas proximidades do ponto de descarte, bem como a maior distância atingida pelas plumas.

No Apêndice II são apresentadas as condições meteorológicas e oceanográficas, relativas ao início das simulações críticas, utilizadas nessas simulações.

O critério de apresentação dos resultados das simulações determinísticas foram os mesmos adotados para as simulações probabilísticas. Assim como no caso das simulações probabilísticas, os resultados das simulações determinísticas

também são apresentados com diluições 10.000 vezes inferiores à concentração de lançamento.

### **III.2.2 Resultados das Simulações de Campo Afastado**

A seguir são apresentados os resultados das simulações de campo afastado para cada DP estudada, com exceção dos DP de Lula Oeste, Lula Extremo Sul e Carioca. Para esses empreendimentos os resultados das simulações do descarte de efluente da URS no campo próximo mostraram que as diluições necessárias para o enquadramento nos critérios ambientais já é alcançada neste domínio.

#### **III.2.2.1 Desenvolvimento da Produção de Lula Sul**

A seguir, são apresentados os resultados das simulações de campo afastado para o efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Sul.

De acordo com os resultados da modelagem de campo próximo para o descarte de água produzida, e para o efluente da URS, verifica-se que as alterações significativas na qualidade da água, considerando os parâmetros da Resolução do CONAMA nº 357/05, não ultrapassam o domínio do campo próximo.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade, as diluições obtidas neste domínio para ambas as estações do ano, e para as três opções de descarte, também são suficientes para o enquadramento do efluente de água produzida. Conforme se observa nos resultados apresentados, a diluição de 256 vezes é atingida em distâncias inferiores a 32 m do ponto de lançamento.

Para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade do efluente da URS (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo no período de verão através da Opção 02 para a CENO com biocida. Para as demais opções de lançamento do efluente da URS, as diluições de

8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida) são atingidas em distâncias inferiores a 26 m do ponto de lançamento.

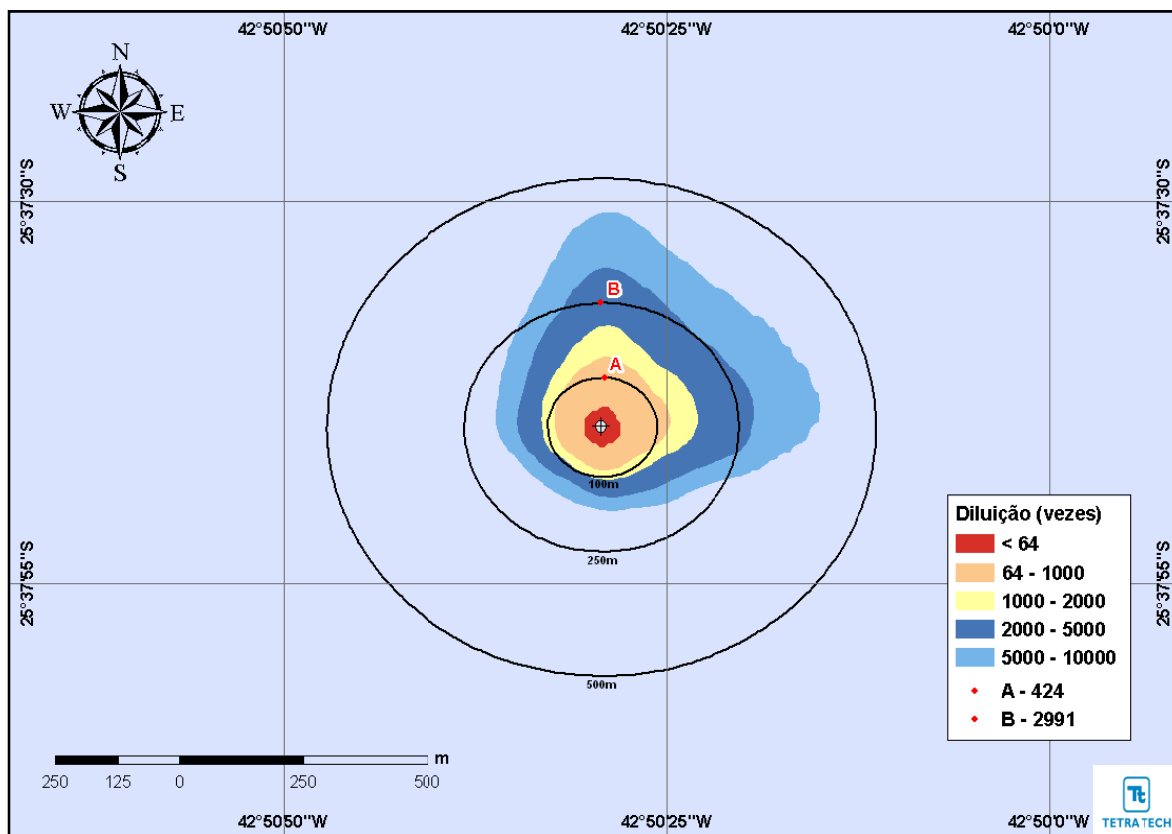
### **Cenários Probabilísticos**

As diluições médias obtidas para os descartes a partir do DP de Lula Sul, durante o período de verão para a Opção 02, são apresentadas na Tabela III-67, a seguir, em função das distâncias de 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma se afasta do ponto de lançamento.

**Tabela III-67 - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Lula Sul para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.**

| COMPONENTES           | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 100 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 250 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 500 m |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                       | VERÃO                       | VERÃO                       | VERÃO                       |
| Com adição de biocida | 209                         | 1.204                       | 6.710                       |

A seguir, a Figura III-276 apresenta os contornos de diluição das simulações probabilísticas para a Opção 02 de descarte do efluente da URS do DP de Lula Sul com a adição de biocida, no período de verão. De acordo com esses resultados, a diluição de 64 vezes (CENO com biocida) ocorre a uma distância de 28 m do ponto de lançamento.



**Figura III-276 - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Lula Sul para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora.**

### Cenários Determinísticos

A seguir, são apresentados os resultados das simulações determinísticas críticas de verão para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Sul. Para essas simulações foram considerados como mais críticos os cenários que apresentaram as menores diluições nas proximidades do ponto de lançamento, e também os cenários que atingiram a maior distância, ao final das simulações, do ponto de lançamento.

Assim como para os cenários probabilísticos, nestas figuras são apresentados os contornos das plumas até a diluição de 10.000 vezes, uma seção transversal com o perfil vertical de diluições (demarcada por uma linha pontilhada sobre a pluma), e as mínimas diluições por camada (intervalos de profundidades) 1 hora após o instante inicial das simulações.

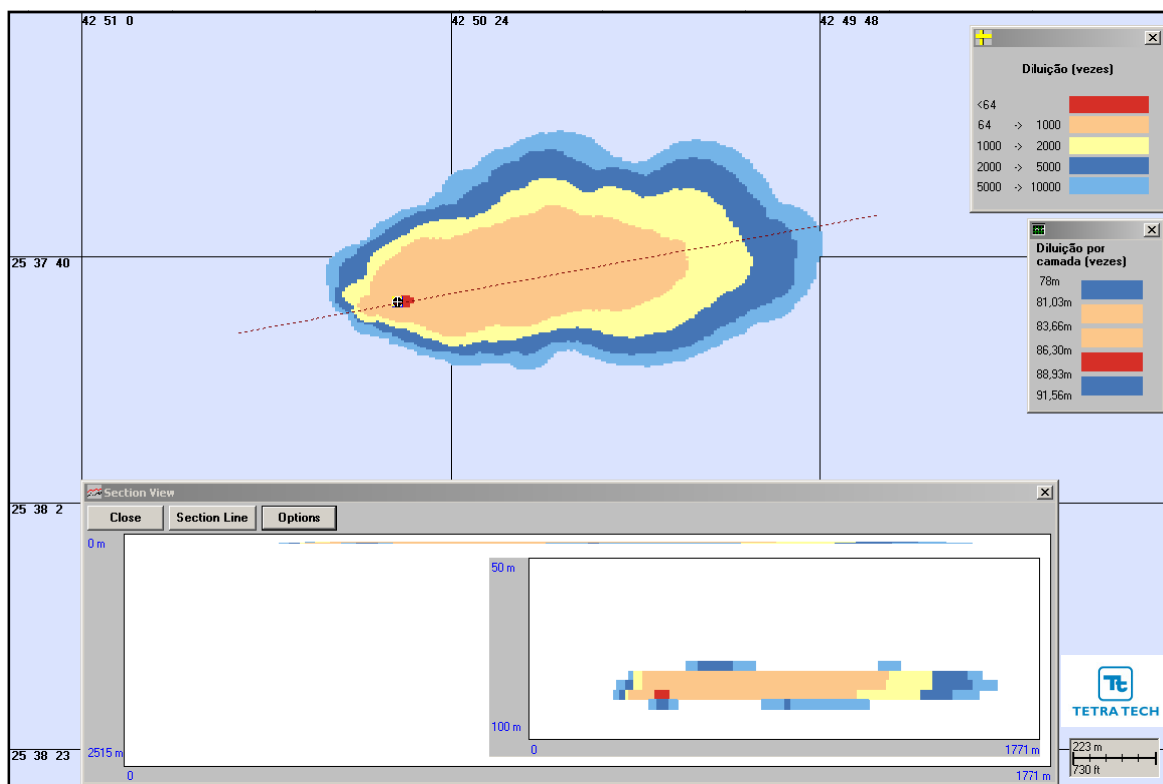


A Tabela III-68, a seguir, apresenta as diluições mínimas obtidas para o efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Sul para a Opção 02, durante o período de verão, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento.

**Tabela III-68 - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Sul para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.**

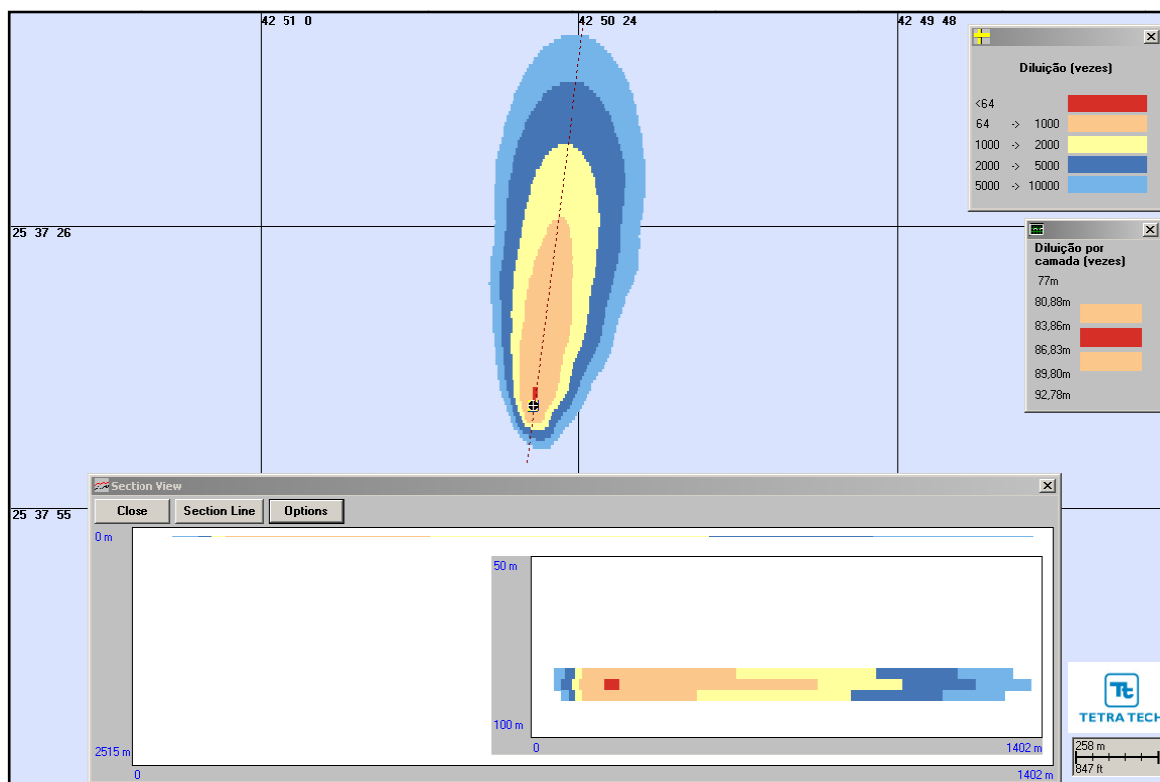
| COMPONENTE            | SITUAÇÃO CRÍTICA | DILUIÇÃO (vezes) A 100 m | DILUIÇÃO (vezes) A 250 m | DILUIÇÃO (vezes) A 500 m |
|-----------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                       |                  | VERÃO                    | VERÃO                    | VERÃO                    |
| Com adição de biocida | Menor diluição   | 209                      | 245                      | 377                      |
|                       | Maior distância  | 143                      | 449                      | 548                      |

A Figura III-277, a seguir, observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou as menores diluições nas proximidades do ponto de descarte para a Opção 02 do DP de Lula Sul, no período de verão.



**Figura III-277 - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Sul, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.**

Na Figura III-278 observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou a maior distância do ponto de lançamento de água produzida para a Opção 02, após 1 hora, no período de verão.



**Figura III-278** - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Sul, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.

### III.2.2.2 Desenvolvimento da Produção de Lula Norte

A seguir, são apresentados os resultados das simulações de campo afastado para o efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Norte.

De acordo com os resultados da modelagem de campo próximo para o descarte de água produzida, e para o efluente da URS, verifica-se que as alterações significativas na qualidade da água, considerando os parâmetros da Resolução do CONAMA nº 357/05, não ultrapassam o domínio do campo próximo.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade, as diluições obtidas neste domínio para ambas as estações do

ano, e para as três opções de descarte, também são suficientes para o enquadramento do efluente de água produzida. Conforme se observa nos resultados apresentados, a diluição de 256 vezes é atingida em distâncias inferiores a 39 m do ponto de lançamento.

Para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade do efluente da URS (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo no período de verão através da Opção 02 para a CENO com biocida. Para as demais opções de lançamento do efluente da URS, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida) são atingidas em distâncias inferiores a 29 m do ponto de lançamento.

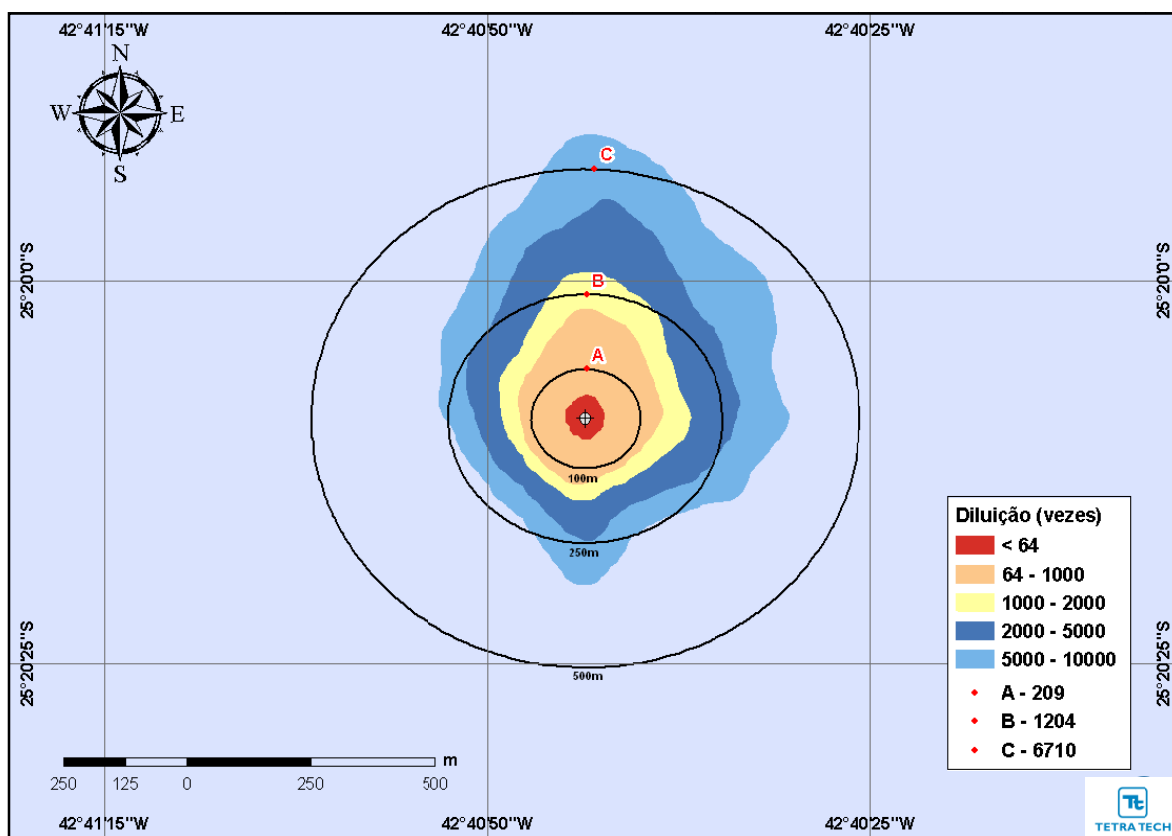
### **Cenários Probabilísticos**

As diluições médias obtidas para os descartes a partir do DP de Lula Norte, durante o período de verão para a Opção 02, são apresentadas na Tabela III-69, a seguir, em função das distâncias de 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma se afasta do ponto de lançamento.

**Tabela III-69** - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Lula Norte para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.

| COMPONENTES           | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 100 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 250 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 500 m |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                       | VERÃO                       | VERÃO                       | VERÃO                       |
| Com adição de biocida | 209                         | 1.204                       | 6.710                       |

A seguir, a Figura III-279 apresenta os contornos de diluição das simulações probabilísticas para a Opção 02 de descarte do efluente da URS do DP de Lula Norte com a adição de biocida, no período de verão. De acordo com esses resultados, a diluição de 64 vezes (CENO com biocida) ocorre a uma distância de 49 m do ponto de lançamento.



**Figura III-279** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Lula Norte para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora.

### Cenários Determinísticos

A seguir, são apresentados os resultados das simulações determinísticas críticas de verão para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Norte. Para essas simulações foram considerados como mais críticos os cenários que apresentaram as menores diluições nas proximidades do ponto de lançamento, e também os cenários que atingiram a maior distância, ao final das simulações, do ponto de lançamento.

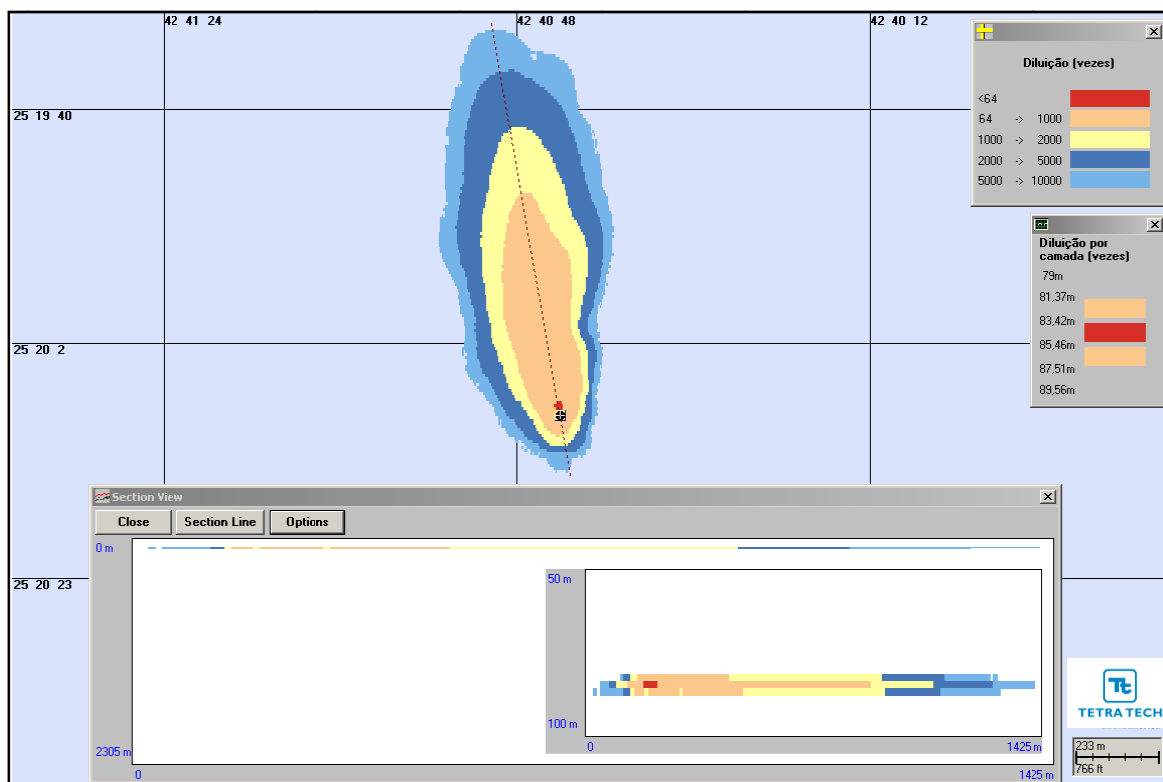
Assim como para os cenários probabilísticos, nestas figuras são apresentados os contornos das plumas até a diluição de 10.000 vezes, uma seção transversal com o perfil vertical de diluições (demarcada por uma linha pontilhada sobre a pluma), e as mínimas diluições por camada (intervalos de profundidades) 1 hora após o instante inicial das simulações.

A Tabela III-70, a seguir, apresenta as diluições mínimas obtidas para o efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Norte para a Opção 02, durante o período de verão, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento.

**Tabela III-70 - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Norte para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.**

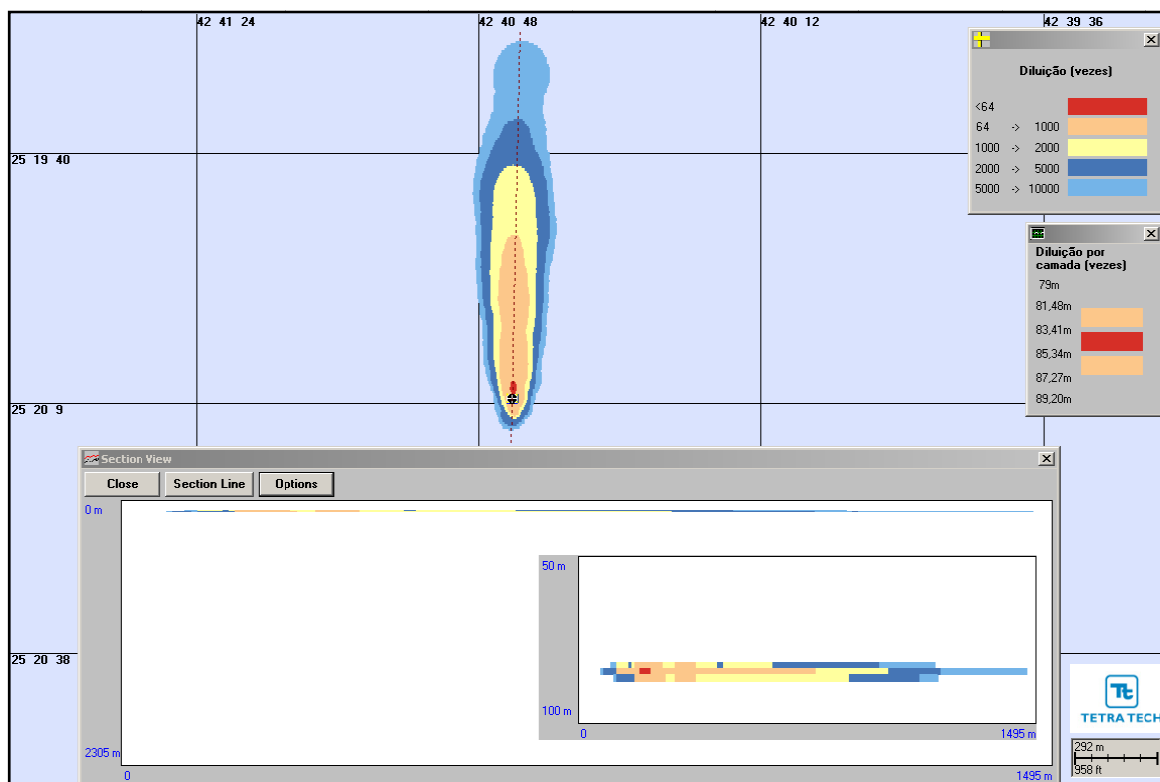
| COMPONENTE            | SITUAÇÃO CRÍTICA | DILUIÇÃO (vezes) A 100 m | DILUIÇÃO (vezes) A 250 m | DILUIÇÃO (vezes) A 500 m |
|-----------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                       |                  | VERÃO                    | VERÃO                    | VERÃO                    |
| Com adição de biocida | Menor diluição   | 206                      | 427                      | 739                      |
|                       | Maior distância  | 207                      | 649                      | 792                      |

A Figura III-280, a seguir, observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou as menores diluições nas proximidades do ponto de descarte para a Opção 02 do DP de Lula Norte, no período de verão.



**Figura III-280 - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Norte, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.**

Na Figura III-280 observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou a maior distância do ponto de lançamento de água produzida para a Opção 02, após 1 hora, no período de verão.



**Figura III-281** - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Norte, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.

### III.2.2.3 Desenvolvimento da Produção de Lula Área de Iracema Norte

A seguir, são apresentados os resultados das simulações de campo afastado para o efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte.

De acordo com os resultados da modelagem de campo próximo para o descarte de água produzida, e para o efluente da URS, verifica-se que as alterações significativas na qualidade da água, considerando os parâmetros da Resolução do CONAMA nº 357/05, não ultrapassam o domínio do campo próximo.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade, as diluições obtidas neste domínio para ambas as estações do

ano, e para as três opções de descarte, também são suficientes para o enquadramento do efluente de água produzida. Conforme se observa nos resultados apresentados, a diluição de 256 vezes é atingida em distâncias inferiores a 75 m do ponto de lançamento.

Para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade do efluente da URS (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção dos lançamentos ocorrendo no através da Opção 02 para a CENO com biocida, nos períodos de verão e inverno. Para as demais opções de lançamento do efluente da URS, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida) são atingidas em distâncias inferiores a 29 m do ponto de lançamento.

### **Cenários Probabilísticos**

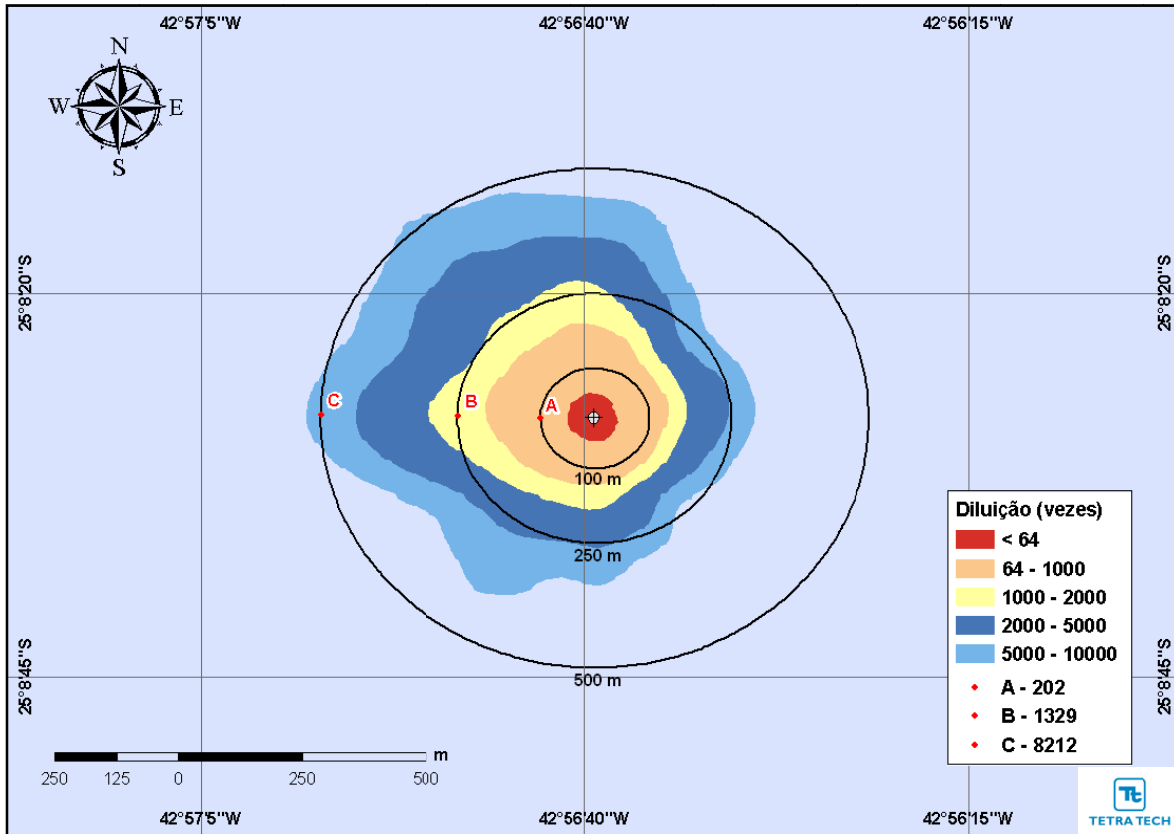
As diluições médias obtidas para os descartes a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte, durante o período de verão para a Opção 02, são apresentadas na Tabela III-71, a seguir, em função das distâncias de 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma se afasta do ponto de lançamento.

**Tabela III-71 - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, nos períodos de verão e inverno.**

| COMPONENTES           | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 100 m |         | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 250 m |         | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 500 m |         |
|-----------------------|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|
|                       | VERÃO                       | INVERNO | VERÃO                       | INVERNO | VERÃO                       | INVERNO |
| Com adição de biocida | 205                         | 250     | 1.329                       | 1.732   | 8.212                       | 8.909   |

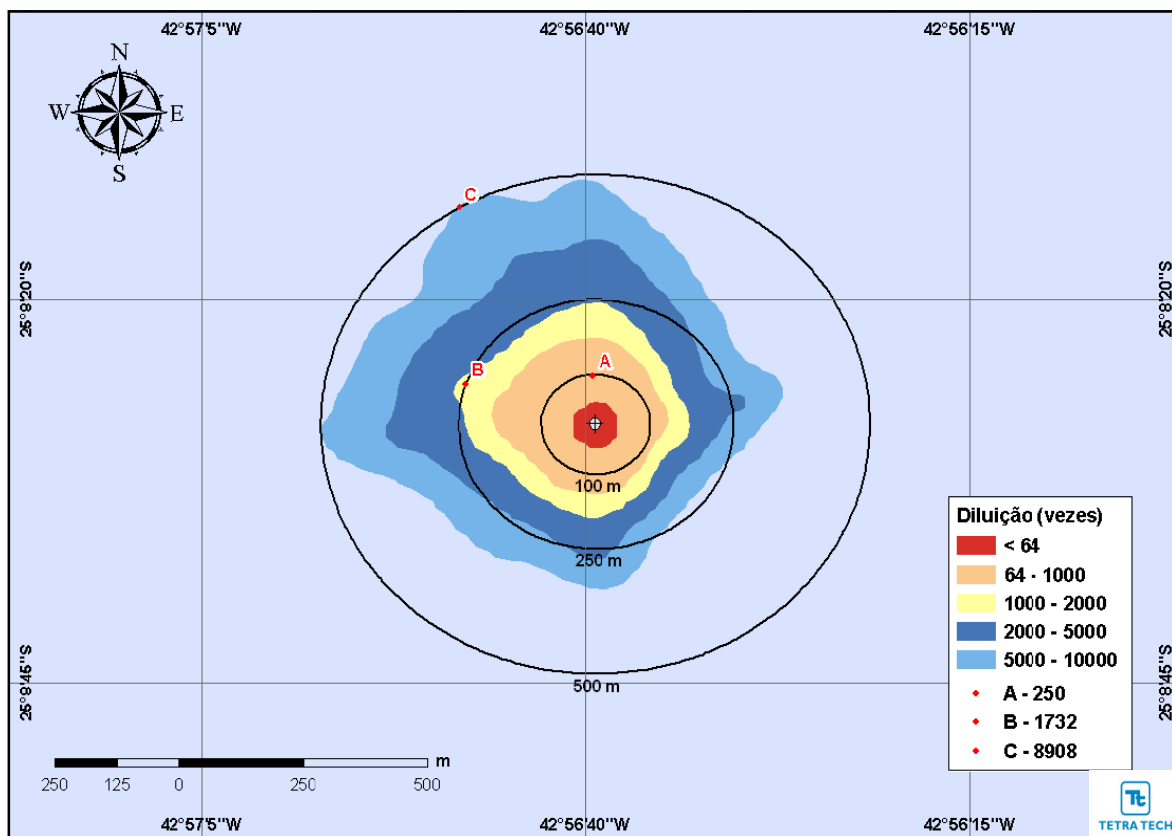
A seguir, a Figura III-282 apresenta os contornos de diluição das simulações probabilísticas para a Opção 02 de descarte do efluente da URS do DP de Lula Área de Iracema Norte com a adição de biocida, no período de verão. De acordo com esses resultados, a diluição de 64 vezes (CENO com biocida) ocorre a uma distância de 55 m do ponto de lançamento. Por sua vez, a Figura III-283 apresenta os contornos de diluição das simulações, no período de

inverno. De acordo com esses resultados, a diluição de 64 vezes ocorre a uma distância de 43 m do ponto de lançamento.



**Figura III-282** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Lula Área de Iracema Norte para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora.





**Figura III-283** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Lula Área de Iracema Norte para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de inverno, após 1 hora.

### Cenários Determinísticos

A seguir, são apresentados os resultados das simulações determinísticas críticas de verão e de inverno para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte. Para essas simulações foram considerados como mais críticos os cenários que apresentaram as menores diluições nas proximidades do ponto de lançamento, e também os cenários que atingiram a maior distância, ao final das simulações, do ponto de lançamento.

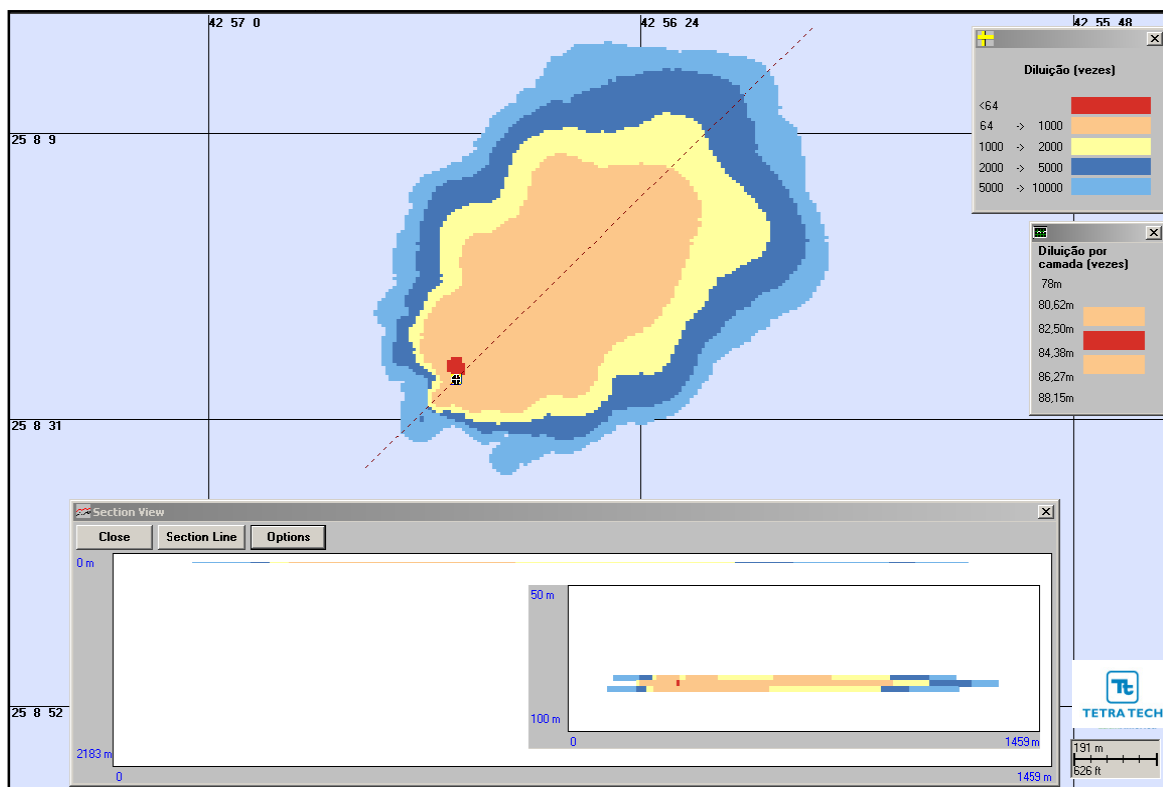
Assim como para os cenários probabilísticos, nestas figuras são apresentados os contornos das plumas até a diluição de 10.000 vezes, uma seção transversal com o perfil vertical de diluições (demarcada por uma linha pontilhada sobre a pluma), e as mínimas diluições por camada (intervalos de profundidades) 1 hora após o instante inicial das simulações.

A Tabela III-72, a seguir, apresenta as diluições mínimas obtidas para o efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte para a Opção 02, durante o período de verão e inverno, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento.

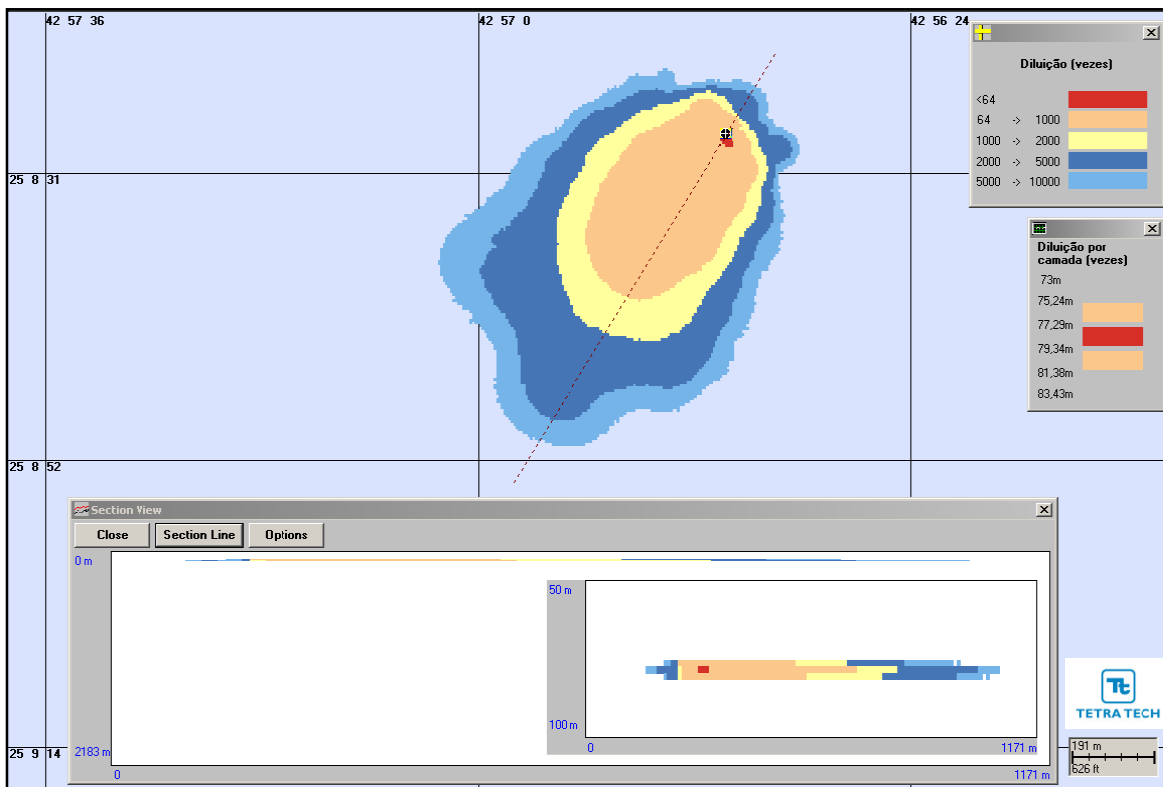
**Tabela III-72** - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartada a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, nos períodos de verão e inverno.

| COMPONENTE            | SITUAÇÃO CRÍTICA | DILUIÇÃO (vezes) A 100 m |         | DILUIÇÃO (vezes) A 250 m |         | DILUIÇÃO (vezes) A 500 m |         |
|-----------------------|------------------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|
|                       |                  | VERÃO                    | INVERNO | VERÃO                    | INVERNO | VERÃO                    | INVERNO |
| Com adição de biocida | Menor diluição   | 198                      | 244     | 262                      | 375     | 371                      | 1.344   |
|                       | Maior distância  | 192                      | 248     | 327                      | 350     | 529                      | 744     |

A Figura III-284 e a Figura III-285, a seguir, ilustram os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou as menores diluições nas proximidades do ponto de descarte para a Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, no período de verão e inverno, respectivamente.

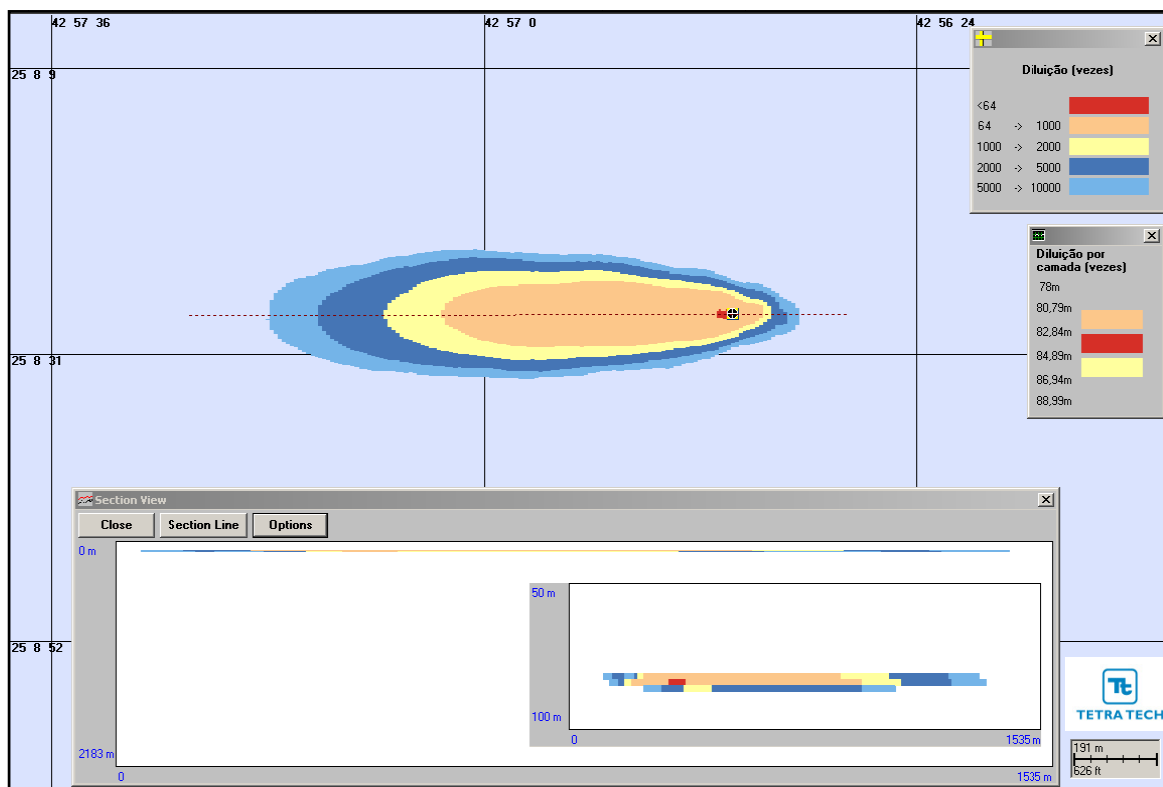


**Figura III-284** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.

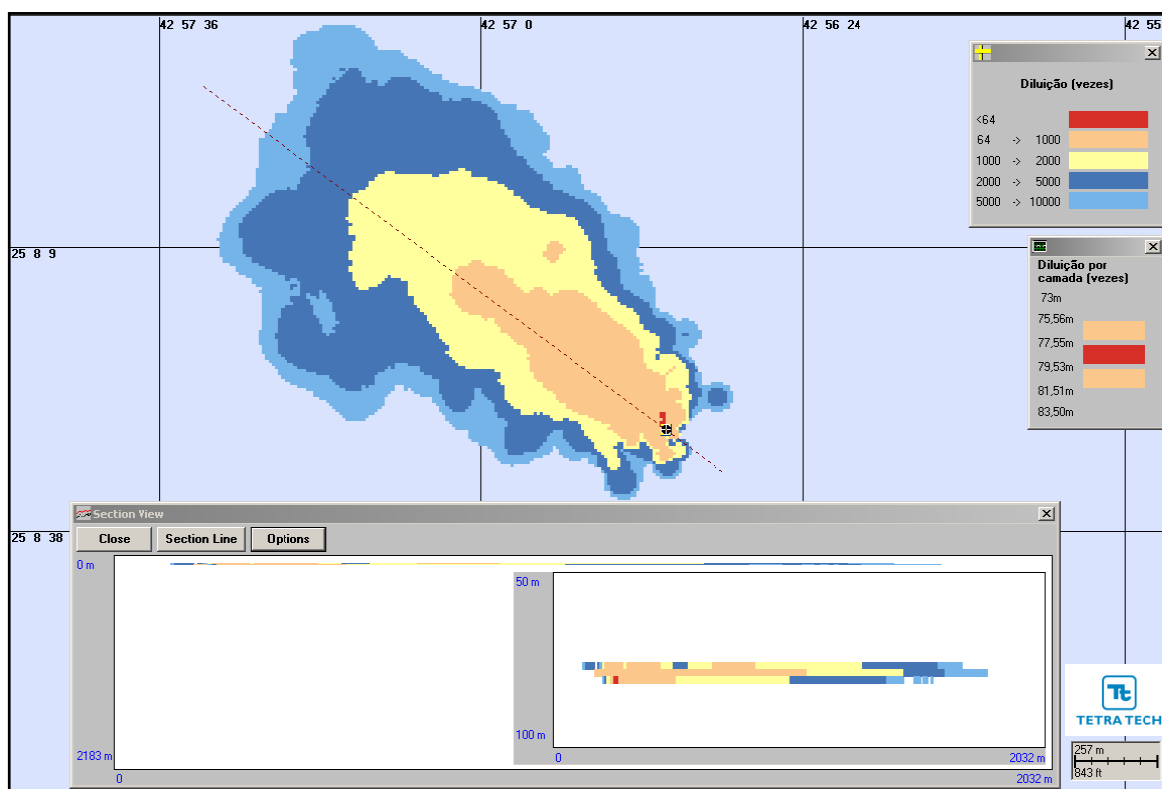


**Figura III-285** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, simulada no período de inverno (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.

Na Figura III-286 e a Figura III-287 observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou a maior distância do ponto de lançamento de água produzida para a Opção 02, após 1 hora, no período de verão e inverno, respectivamente.



**Figura III-286 - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.**



**Figura III-287** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Área de Iracema Norte, simulada no período de inverno (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.

### III.2.2.4 Desenvolvimento da Produção de Lula Central

A seguir, são apresentados os resultados das simulações de campo afastado para o efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Central.

De acordo com os resultados da modelagem de campo próximo para o descarte de água produzida, e para o efluente da URS, verifica-se que as alterações significativas na qualidade da água, considerando os parâmetros da Resolução do CONAMA nº 357/05, não ultrapassam o domínio do campo próximo.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade, as diluições obtidas neste domínio para ambas as estações do ano, e para as três opções de descarte, também são suficientes para o enquadramento do efluente de água produzida. Conforme se observa nos

resultados apresentados, a diluição de 256 vezes é atingida em distâncias inferiores a 30 m do ponto de lançamento.

Para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade do efluente da URS (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo no período de verão através da Opção 02 para a CENO com biocida. Para as demais opções de lançamento do efluente da URS, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida) são atingidas em distâncias inferiores a 27 m do ponto de lançamento.

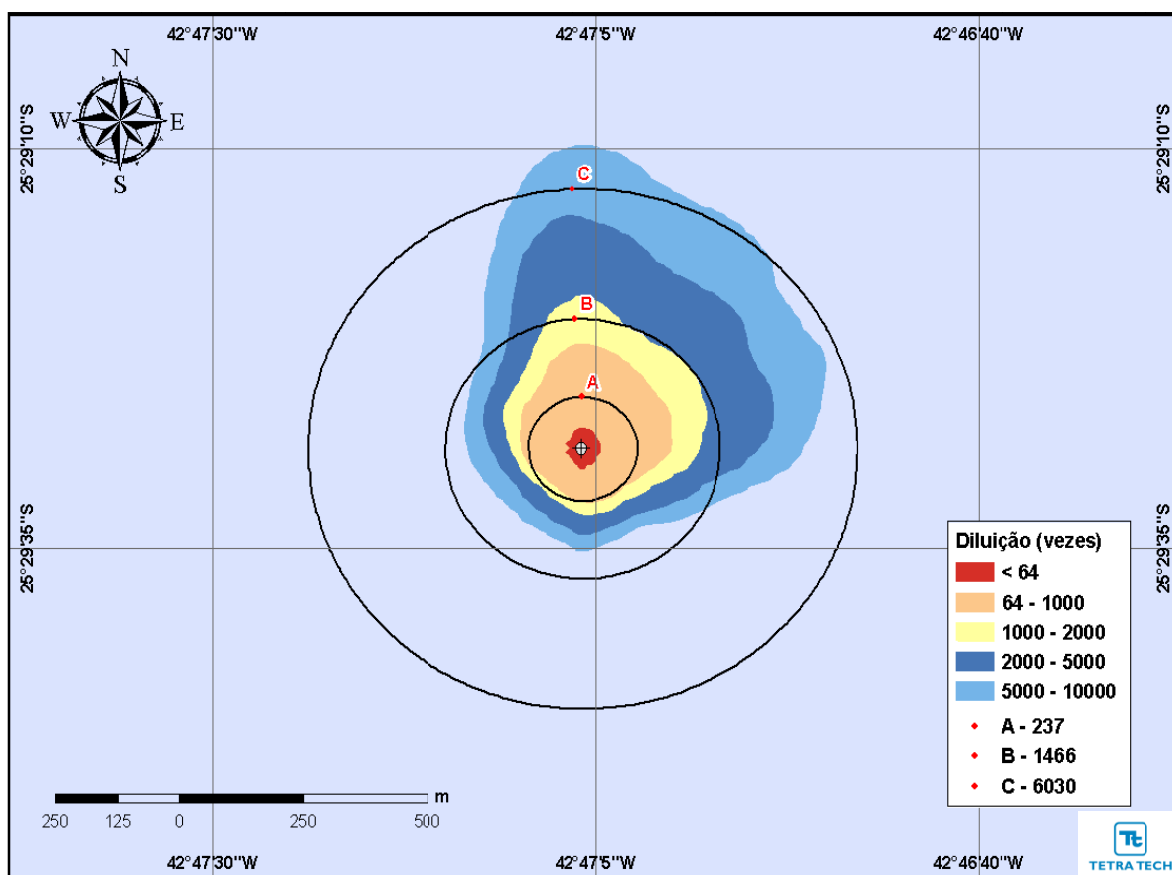
### **Cenários Probabilísticos**

As diluições médias obtidas para os descartes a partir do DP de Lula Central, durante o período de verão para a Opção 02, são apresentadas na Tabela III-73, a seguir, em função das distâncias de 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma se afasta do ponto de lançamento.

**Tabela III-73 - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Lula Central para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.**

| COMPONENTES           | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 100 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 250 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 500 m |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                       | VERÃO                       | VERÃO                       | VERÃO                       |
| Com adição de biocida | 237                         | 1.466                       | 6.030                       |

A seguir, a Figura III-288 apresenta os contornos de diluição das simulações probabilísticas para a Opção 02 de descarte do efluente da URS do DP de Lula Central com a adição de biocida, no período de verão. De acordo com esses resultados, a diluição de 64 vezes (CENO com biocida) ocorre a uma distância de 40 m do ponto de lançamento.



**Figura III-288** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Lula Central para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora.

### Cenários Determinísticos

A seguir, são apresentados os resultados das simulações determinísticas críticas de verão para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Central. Para essas simulações foram considerados como mais críticos os cenários que apresentaram as menores diluições nas proximidades do ponto de lançamento, e também os cenários que atingiram a maior distância, ao final das simulações, do ponto de lançamento.

Assim como para os cenários probabilísticos, nestas figuras são apresentados os contornos das plumas até a diluição de 10.000 vezes, uma seção transversal com o perfil vertical de diluições (demarcada por uma linha pontilhada sobre a pluma), e as mínimas diluições por camada (intervalos de profundidades) 1 hora após o instante inicial das simulações.

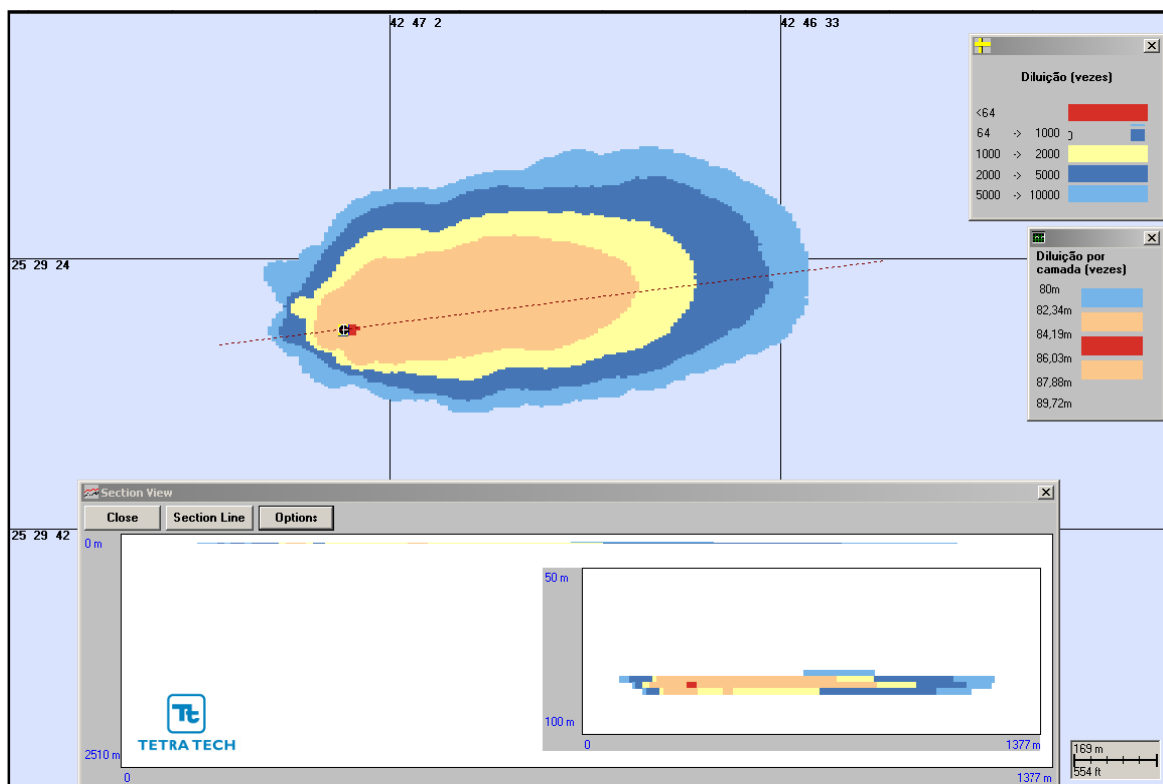


A Tabela III-74, a seguir, apresenta as diluições mínimas obtidas para o efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Central para a Opção 02, durante o período de verão, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento.

**Tabela III-74 - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartada a partir do DP de Lula Central para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.**

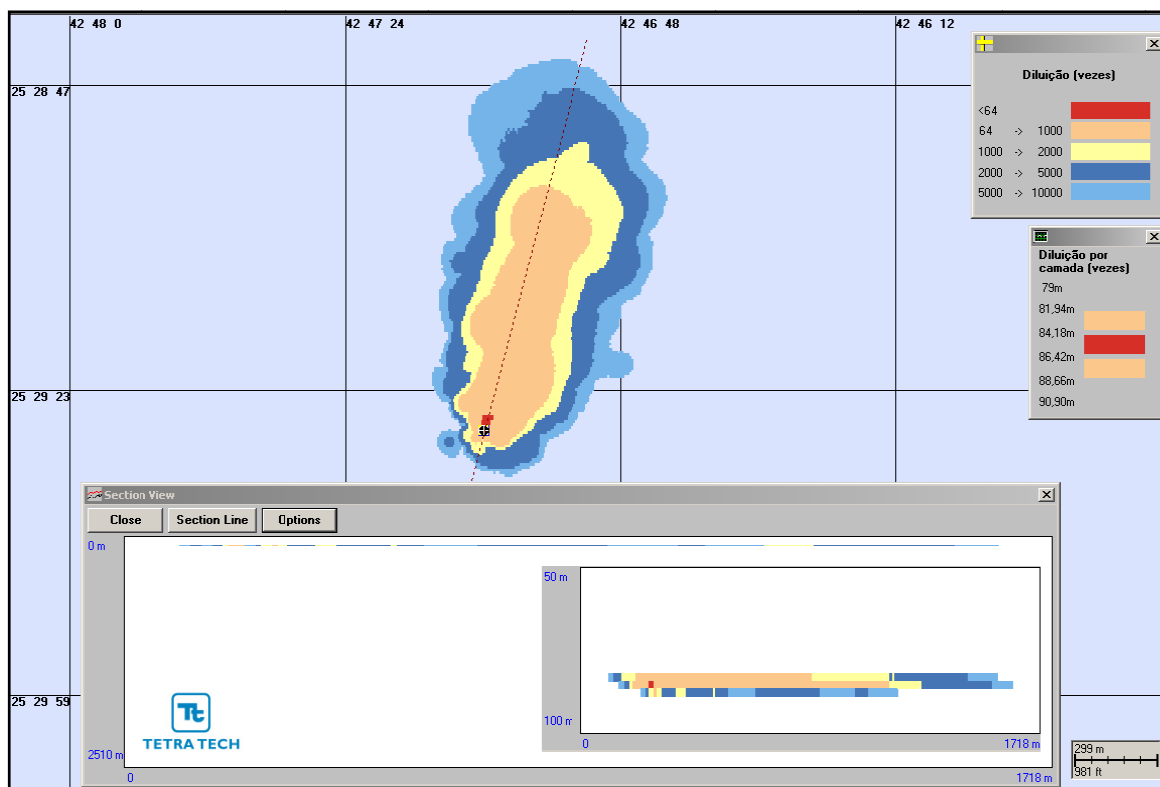
| COMPONENTE            | SITUAÇÃO CRÍTICA | DILUIÇÃO (vezes) A 100 m | DILUIÇÃO (vezes) A 250 m | DILUIÇÃO (vezes) A 500 m |
|-----------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                       |                  | VERÃO                    | VERÃO                    | VERÃO                    |
| Com adição de biocida | Menor diluição   | 234                      | 345                      | 483                      |
|                       | Maior distância  | 231                      | 418                      | 627                      |

A Figura III-289, a seguir, observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou as menores diluições nas proximidades do ponto de descarte para a Opção 02 do DP de Lula Central, no período de verão.



**Figura III-289 - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Central, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.**

Na Figura III-290 observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou a maior distância do ponto de lançamento do efluente da URS para a Opção 02, após 1 hora, no período de verão.



**Figura III-290** - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Central, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.

### III.2.2.5 Desenvolvimento da Produção de Lula Alto

A seguir, são apresentados os resultados das simulações de campo afastado para o efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Alto.

De acordo com os resultados da modelagem de campo próximo para o descarte de água produzida, e para o efluente da URS, verifica-se que as alterações significativas na qualidade da água, considerando os parâmetros da Resolução do CONAMA nº 357/05, não ultrapassam o domínio do campo próximo.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade, as diluições obtidas neste domínio para ambas as estações do

ano, e para as três opções de descarte, também são suficientes para o enquadramento do efluente de água produzida. Conforme se observa nos resultados apresentados, a diluição de 256 vezes é atingida em distâncias inferiores a 31 m do ponto de lançamento.

Para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade do efluente da URS (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo no período de verão através da Opção 02 para a CENO com biocida. Para as demais opções de lançamento do efluente da URS, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida) são atingidas em distâncias inferiores a 27 m do ponto de lançamento.

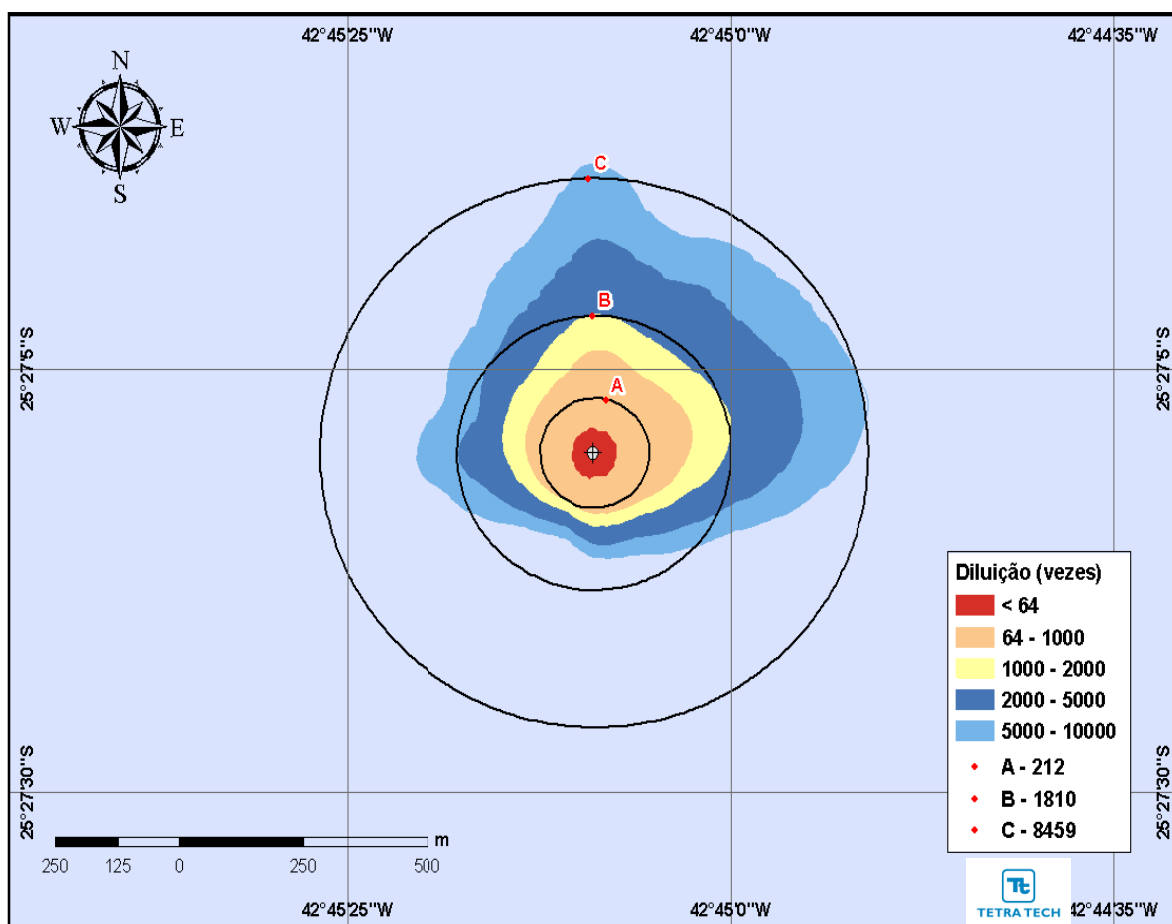
### **Cenários Probabilísticos**

As diluições médias obtidas para os descartes a partir do DP de Lula Alto, durante o período de verão para a Opção 02, são apresentadas na Tabela III-75, a seguir, em função das distâncias de 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma se afasta do ponto de lançamento.

***Tabela III-75 - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Lula Alto para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.***

| COMPONENTES           | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 100 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 250 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 500 m |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                       | VERÃO                       | VERÃO                       | VERÃO                       |
| Com adição de biocida | 237                         | 1.466                       | 8.459                       |

A seguir, a Figura III-291 apresenta os contornos de diluição das simulações probabilísticas para a Opção 02 de descarte do efluente da URS do DP de Lula Alto com a adição de biocida, no período de verão. De acordo com esses resultados, a diluição de 64 vezes (CENO com biocida) ocorre a uma distância de 52 m do ponto de lançamento.



**Figura III-291** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Lula Alto para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora.

### Cenários Determinísticos

A seguir, são apresentados os resultados das simulações determinísticas críticas de verão para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Alto. Para essas simulações foram considerados como mais críticos os cenários que apresentaram as menores diluições nas proximidades do ponto de lançamento, e também os cenários que atingiram a maior distância, ao final das simulações, do ponto de lançamento.

Assim como para os cenários probabilísticos, nestas figuras são apresentados os contornos das plumas até a diluição de 10.000 vezes, uma seção transversal com o perfil vertical de diluições (demarcada por uma linha

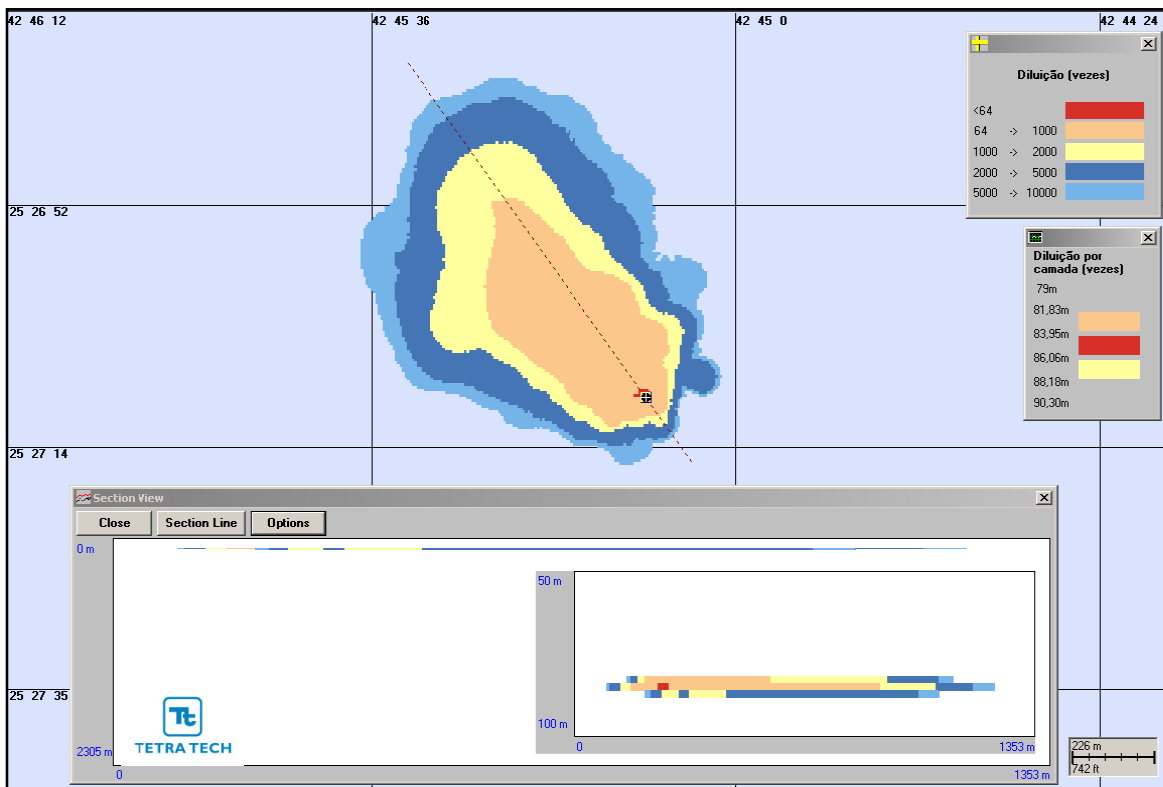
pontilhada sobre a pluma), e as mínimas diluições por camada (intervalos de profundidades) 1 hora após o instante inicial das simulações.

A Tabela III-76, a seguir, apresenta as diluições mínimas obtidas para o efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Alto para a Opção 02, durante o período de verão, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento.

**Tabela III-76 - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartado a partir do DP de Lula Alto para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.**

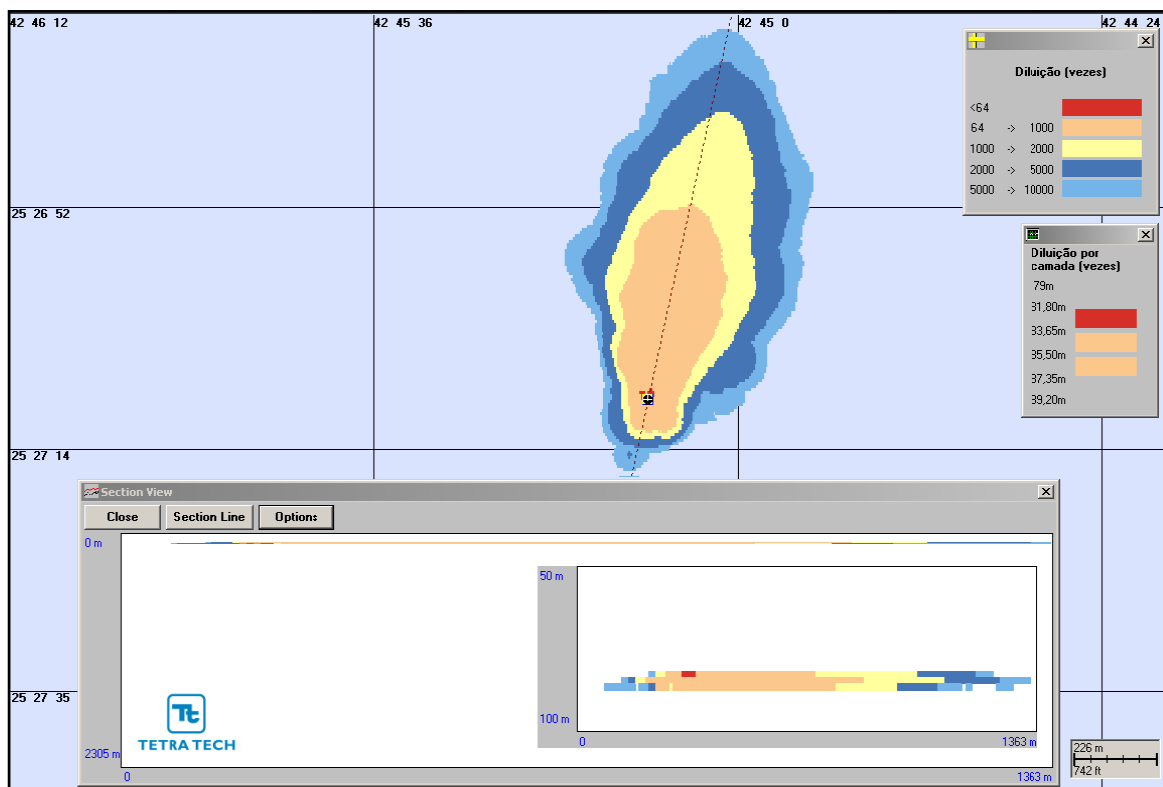
| COMPONENTE            | SITUAÇÃO CRÍTICA | DILUIÇÃO (vezes) A 100 m | DILUIÇÃO (vezes) A 250 m | DILUIÇÃO (vezes) A 500 m |
|-----------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                       |                  | VERÃO                    | VERÃO                    | VERÃO                    |
| Com adição de biocida | Menor diluição   | 235                      | 328                      | 750                      |
|                       | Maior distância  | 233                      | 364                      | 606                      |

Na Figura III-292, a seguir, observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou as menores diluições nas proximidades do ponto de descarte para a Opção 02 do DP de Lula Alto, no período de verão.



**Figura III-292** - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Alto, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.

Na Figura III-293 observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou a maior distância do ponto de lançamento do efluente da URS para a Opção 02, após 1 hora, no período de verão.



**Figura III-293** - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Lula Alto, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.

### III.2.2.6 Desenvolvimento da Produção de Sapinhoá Norte

A seguir, são apresentados os resultados das simulações de campo afastado para o efluente da URS descartado a partir do DP de Sapinhoá Norte.

De acordo com os resultados da modelagem de campo próximo para o descarte de água produzida, e para o efluente da URS, verifica-se que as alterações significativas na qualidade da água, considerando os parâmetros da Resolução do CONAMA nº 357/05, não ultrapassam o domínio do campo próximo.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade, as diluições obtidas neste domínio para ambas as estações do ano, e para as três opções de descarte, também são suficientes para o enquadramento do efluente de água produzida. Conforme se observa nos

resultados apresentados, a diluição de 256 vezes é atingida em distâncias inferiores a 35 m do ponto de lançamento.

Para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade do efluente da URS (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo no período de inverno através da Opção 02 para a CENO com biocida. Para as demais opções de lançamento do efluente da URS, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida) são atingidas em distâncias inferiores a 45 m do ponto de lançamento.

### **Cenários Probabilísticos**

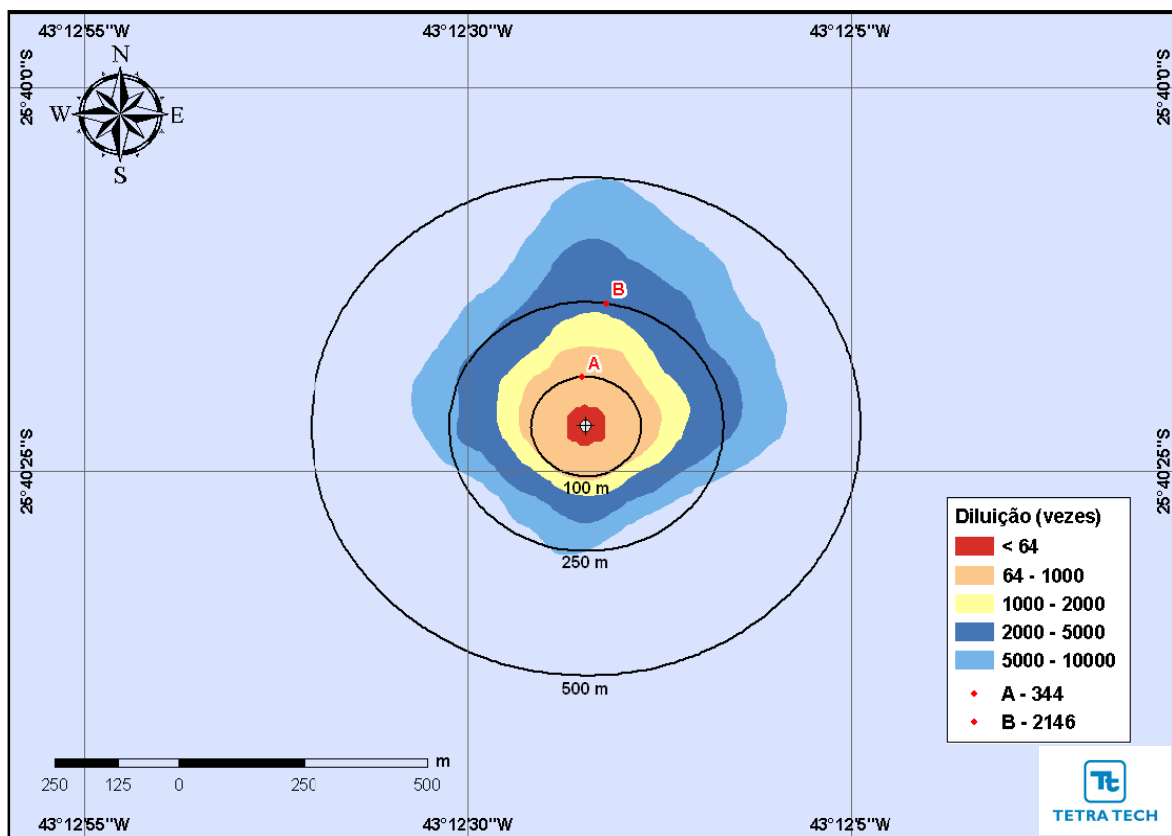
As diluições médias obtidas para os descartes a partir do DP de Sapinhoá Norte, durante o período de inverno para a Opção 02, são apresentadas na Tabela III-77, a seguir, em função das distâncias de 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma se afasta do ponto de lançamento.

**Tabela III-77** - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Sapinhoá Norte para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de inverno.

| COMPONENTES           | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 100 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 250 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 500 m |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                       | INVERNO                     | INVERNO                     | INVERNO                     |
| Com adição de biocida | 250                         | 1.732                       | 8.909                       |

A seguir, a Figura III-294 apresenta os contornos de diluição das simulações probabilísticas para a Opção 02 de descarte do efluente da URS do DP de Sapinhoá Norte com a adição de biocida, no período de inverno. De acordo com esses resultados, a diluição de 64 vezes (CENO com biocida) ocorre a uma distância de 35 m do ponto de lançamento.





**Figura III-294** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Sapinhoá Norte para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de inverno, após 1 hora.

### Cenários Determinísticos

A seguir, são apresentados os resultados das simulações determinísticas críticas de inverno para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Sapinhoá Norte. Para essas simulações foram considerados como mais críticos os cenários que apresentaram as menores diluições nas proximidades do ponto de lançamento, e também os cenários que atingiram a maior distância, ao final das simulações, do ponto de lançamento.

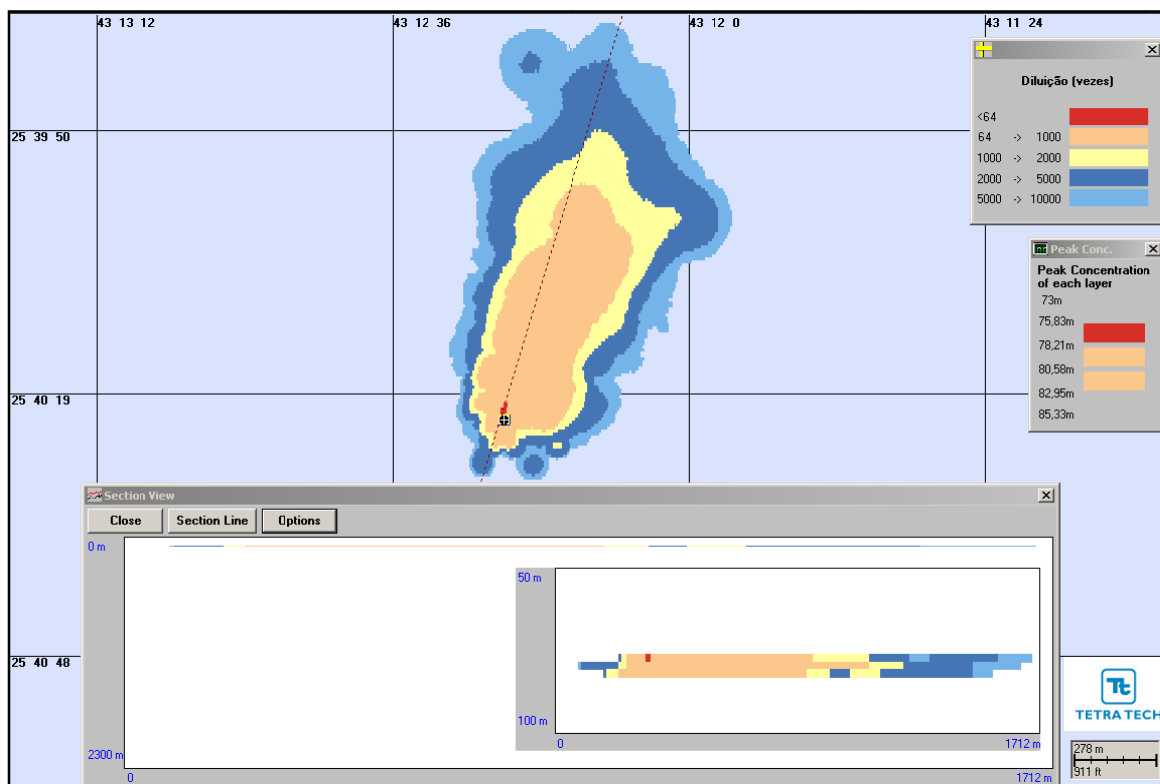
Assim como para os cenários probabilísticos, nestas figuras são apresentados os contornos das plumas até a diluição de 10.000 vezes, uma seção transversal com o perfil vertical de diluições (demarcada por uma linha pontilhada sobre a pluma), e as mínimas diluições por camada (intervalos de profundidades) 1 hora após o instante inicial das simulações.

A Tabela III-78, a seguir, apresenta as diluições mínimas obtidas para o efluente da URS descartado a partir do DP de Sapinhoá Norte para a Opção 02, durante o período de inverno, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento.

**Tabela III-78 - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartado a partir do DP de Sapinhoá Norte para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de inverno.**

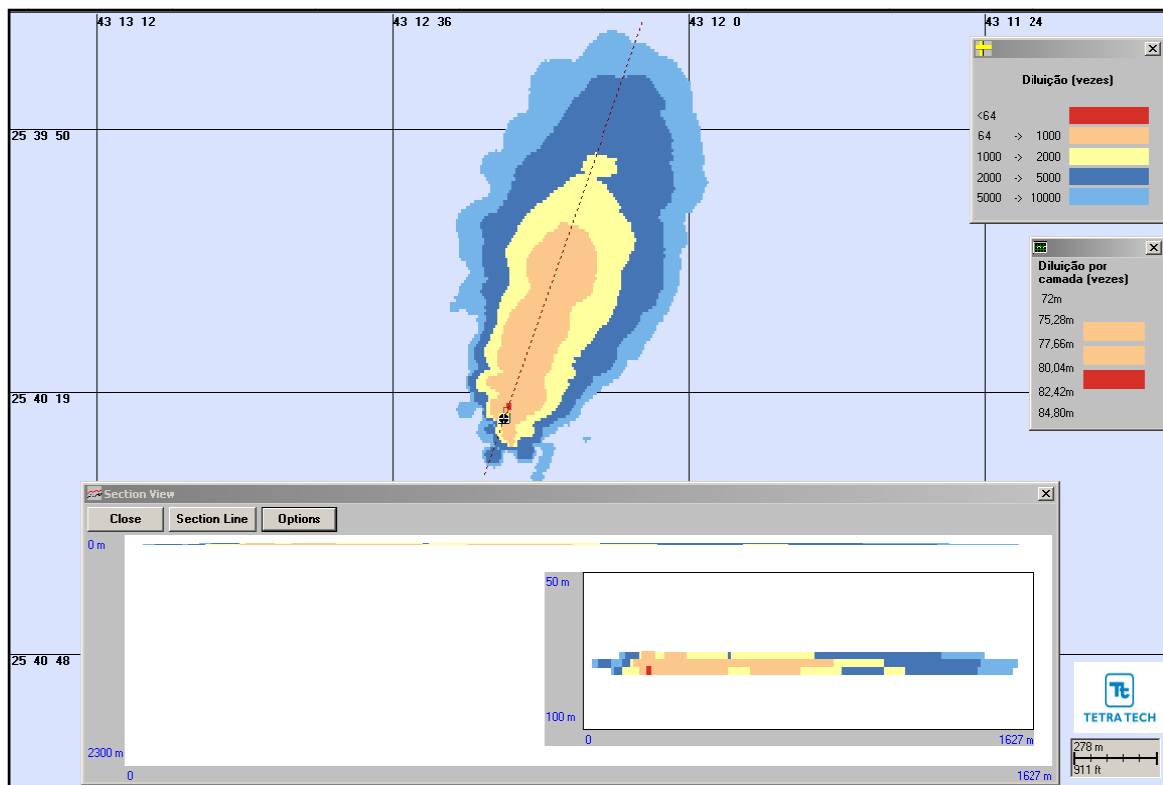
| COMPONENTE            | SITUAÇÃO CRÍTICA | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 100 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 250 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 500 m |
|-----------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                       |                  | INVERNO                     | INVERNO                     | INVERNO                     |
| Com adição de biocida | Menor diluição   | 201                         | 321                         | 443                         |
|                       | Maior distância  | 244                         | 344                         | 731                         |

A Figura III-295, a seguir, observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou as menores diluições nas proximidades do ponto de descarte para a Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, no período de inverno.



**Figura III-295 - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, simulada no período de inverno (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.**

Na Figura III-296 observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou a maior distância do ponto de lançamento de água produzida para a Opção 02, após 1 hora, no período de inverno.



**Figura III-296** - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Sapinhoá Norte, simulada no período de inverno (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.

### III.2.2.7 Desenvolvimento da Produção de Franco SW

A seguir, são apresentados os resultados das simulações de campo afastado para o efluente da URS descartado a partir do DP de Franco SW.

De acordo com os resultados da modelagem de campo próximo para o descarte de água produzida, e para o efluente da URS, verifica-se que as alterações significativas na qualidade da água, considerando os parâmetros da Resolução do CONAMA nº 357/05, não ultrapassam o domínio do campo próximo.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade, as diluições obtidas neste domínio para ambas as estações do

ano, e para as três opções de descarte, também são suficientes para o enquadramento do efluente de água produzida. Conforme se observa nos resultados apresentados, a diluição de 256 vezes é atingida em distâncias inferiores a 40 m do ponto de lançamento.

Para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade do efluente da URS (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo no período de verão através da Opção 02 para a CENO com biocida. Para as demais opções de lançamento do efluente da URS, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida) são atingidas em distâncias inferiores a 28 m do ponto de lançamento.

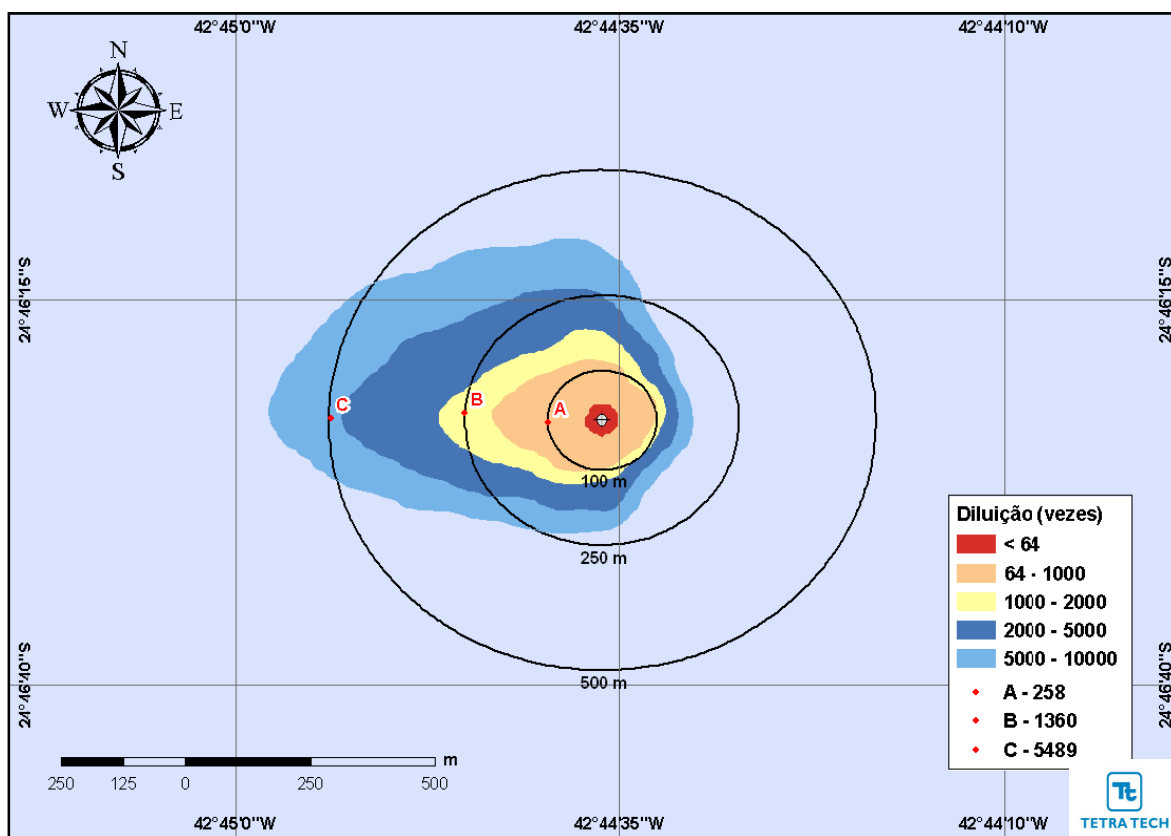
### **Cenários Probabilísticos**

As diluições médias obtidas para os descartes a partir do DP de Franco SW, durante o período de verão para a Opção 02, são apresentadas na Tabela III-79, a seguir, em função das distâncias de 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma se afasta do ponto de lançamento.

**Tabela III-79** - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Franco SW para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.

| COMPONENTES           | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 100 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 250 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 500 m |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                       | VERÃO                       | VERÃO                       | VERÃO                       |
| Com adição de biocida | 258                         | 1.359                       | 5.489                       |

A seguir, a Figura III-297 apresenta os contornos de diluição das simulações probabilísticas para a Opção 02 de descarte do efluente da URS do DP de Franco SW com a adição de biocida, no período de verão. De acordo com esses resultados, a diluição de 64 vezes (CENO com biocida) ocorre a uma distância de 34 m do ponto de lançamento.



**Figura III-297** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Franco SW para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora.

### Cenários Determinísticos

A seguir, são apresentados os resultados das simulações determinísticas críticas de verão para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco SW. Para essas simulações foram considerados como mais críticos os cenários que apresentaram as menores diluições nas proximidades do ponto de lançamento, e também os cenários que atingiram a maior distância, ao final das simulações, do ponto de lançamento.

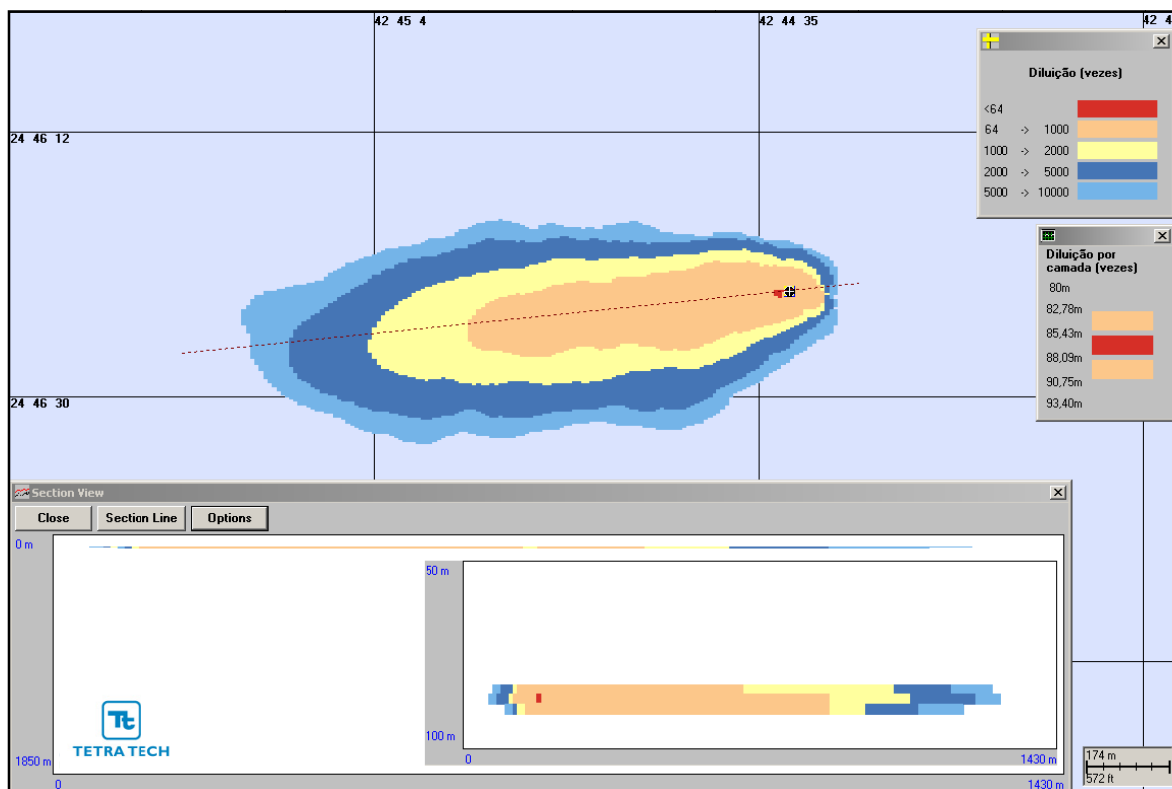
Assim como para os cenários probabilísticos, nestas figuras são apresentados os contornos das plumas até a diluição de 10.000 vezes, uma seção transversal com o perfil vertical de diluições (demarcada por uma linha pontilhada sobre a pluma), e as mínimas diluições por camada (intervalos de profundidades) 1 hora após o instante inicial das simulações.

A Tabela III-80, a seguir, apresenta as diluições mínimas obtidas para a água produzida descartada a partir do DP de Franco SW para a Opção 02, durante o período de verão, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento.

**Tabela III-80** - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartada a partir do DP de Franco SW para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.

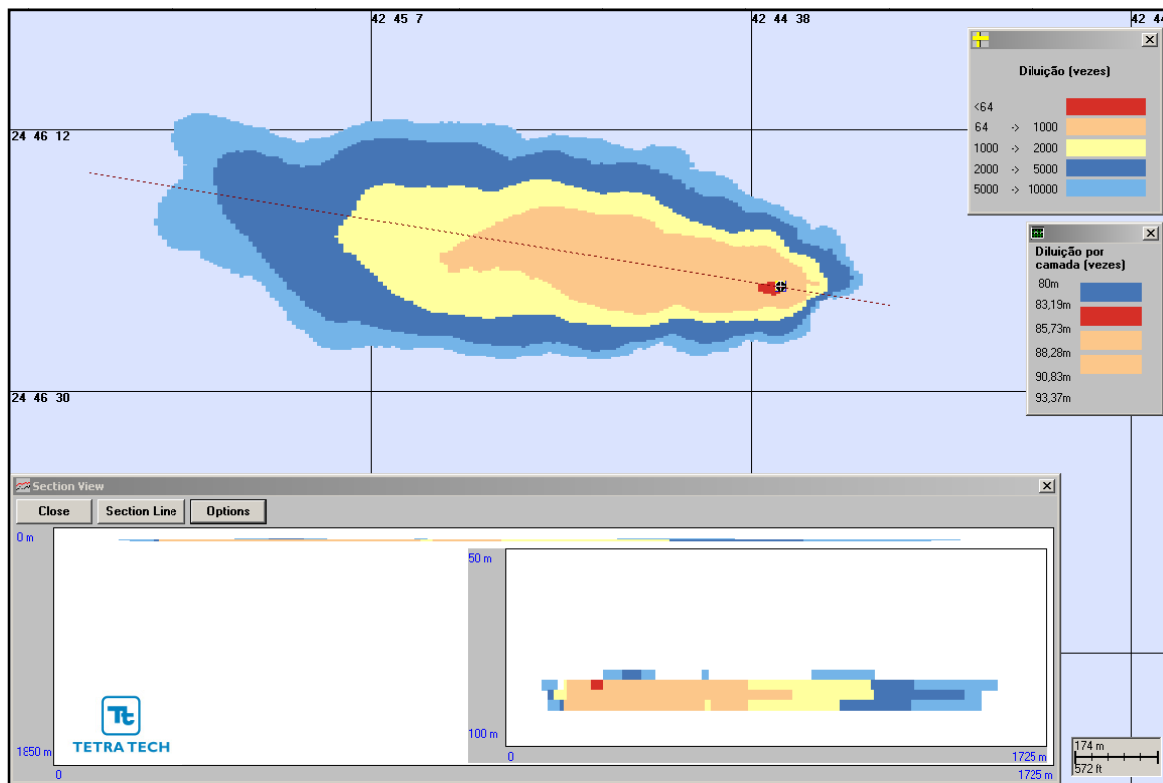
| COMPONENTE            | SITUAÇÃO CRÍTICA | DILUIÇÃO (vezes) A 100 m | DILUIÇÃO (vezes) A 250 m | DILUIÇÃO (vezes) A 500 m |
|-----------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                       |                  | VERÃO                    | VERÃO                    | VERÃO                    |
| Com adição de biocida | Menor diluição   | 254                      | 456                      | 775                      |
|                       | Maior distância  | 254                      | 363                      | 712                      |

A Figura III-298, a seguir, observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou as menores diluições nas proximidades do ponto de descarte para a Opção 02 do DP de Franco SW, no período de verão.



**Figura III-298** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco SW, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.

Na Figura III-299 observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou a maior distância do ponto de lançamento de água produzida para a Opção 02, após 1 hora, no período de verão.



**Figura III-299** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco SW, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.

### III.2.2.8 Desenvolvimento da Produção de Franco Sul

A seguir, são apresentados os resultados das simulações de campo afastado para o efluente da URS descartado a partir do DP de Franco Sul.

De acordo com os resultados da modelagem de campo próximo para o descarte de água produzida, e para o efluente da URS, verifica-se que as alterações significativas na qualidade da água, considerando os parâmetros da Resolução do CONAMA nº 357/05, não ultrapassam o domínio do campo próximo.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade, as diluições obtidas neste domínio para ambas as estações do

ano, e para as três opções de descarte, também são suficientes para o enquadramento do efluente de água produzida. Conforme se observa nos resultados apresentados, a diluição de 256 vezes é atingida em distâncias inferiores a 42 m do ponto de lançamento.

Para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade do efluente da URS (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo através da Opção 02, no período de verão, para a CENO com biocida. Para as demais opções de lançamento do efluente da URS, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida) são atingidas em distâncias inferiores a 30 m do ponto de lançamento.

### **Cenários Probabilísticos**

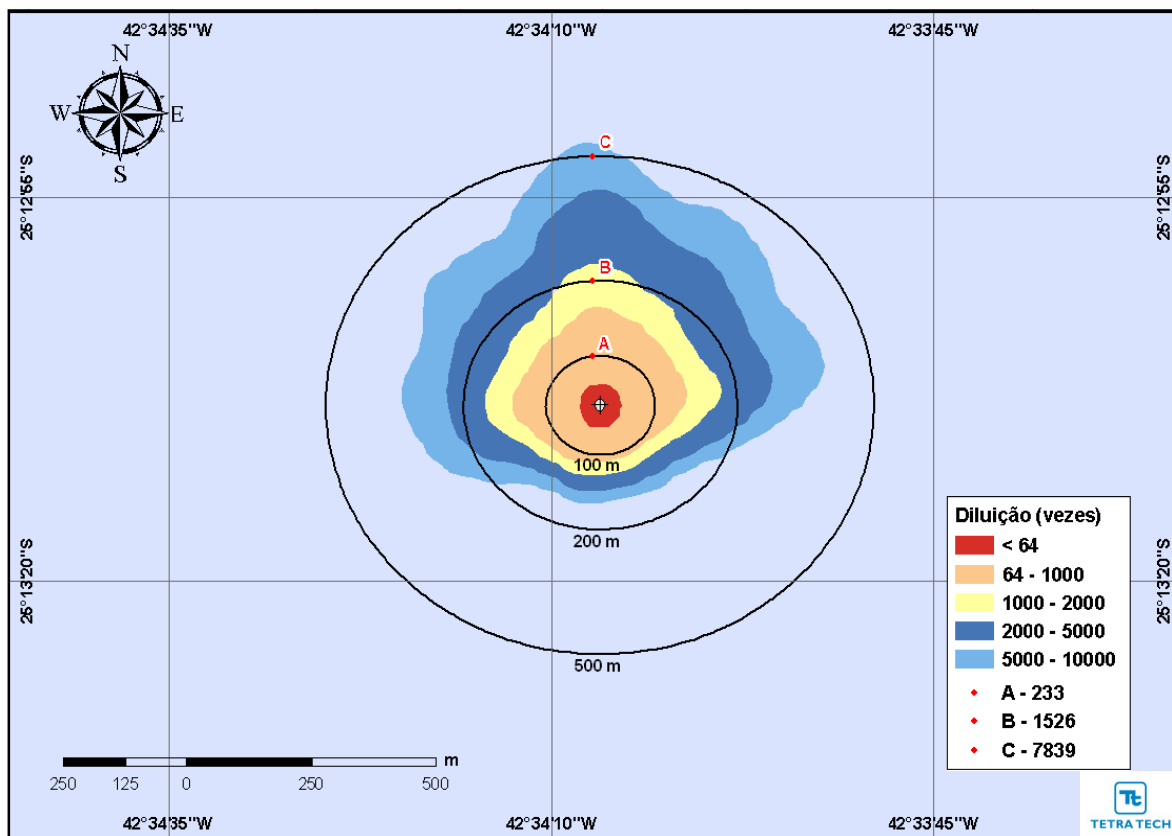
As diluições médias obtidas para os descartes a partir do DP de Franco Sul, durante o período de verão para a Opção 02, são apresentadas na Tabela III-81, a seguir, em função das distâncias de 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma se afasta do ponto de lançamento.

**Tabela III-81** - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Franco Sul para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.

| COMPONENTES           | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 100 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 250 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 500 m |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                       | VERÃO                       | VERÃO                       | VERÃO                       |
| Com adição de biocida | 233                         | 1.526                       | 7.839                       |

A seguir, a Figura III-300 apresenta os contornos de diluição das simulações probabilísticas para a Opção 02 de descarte do efluente da URS do DP de Franco Sul com a adição de biocida, no período de verão. De acordo com esses resultados, a diluição de 64 vezes (CENO com biocida) ocorre a uma distância de 51 m do ponto de lançamento.





**Figura III-300** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Franco Sul para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora.

### Cenários Determinísticos

A seguir, são apresentados os resultados das simulações determinísticas críticas de verão para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco Sul. Para essas simulações foram considerados como mais críticos os cenários que apresentaram as menores diluições nas proximidades do ponto de lançamento, e também os cenários que atingiram a maior distância, ao final das simulações, do ponto de lançamento.

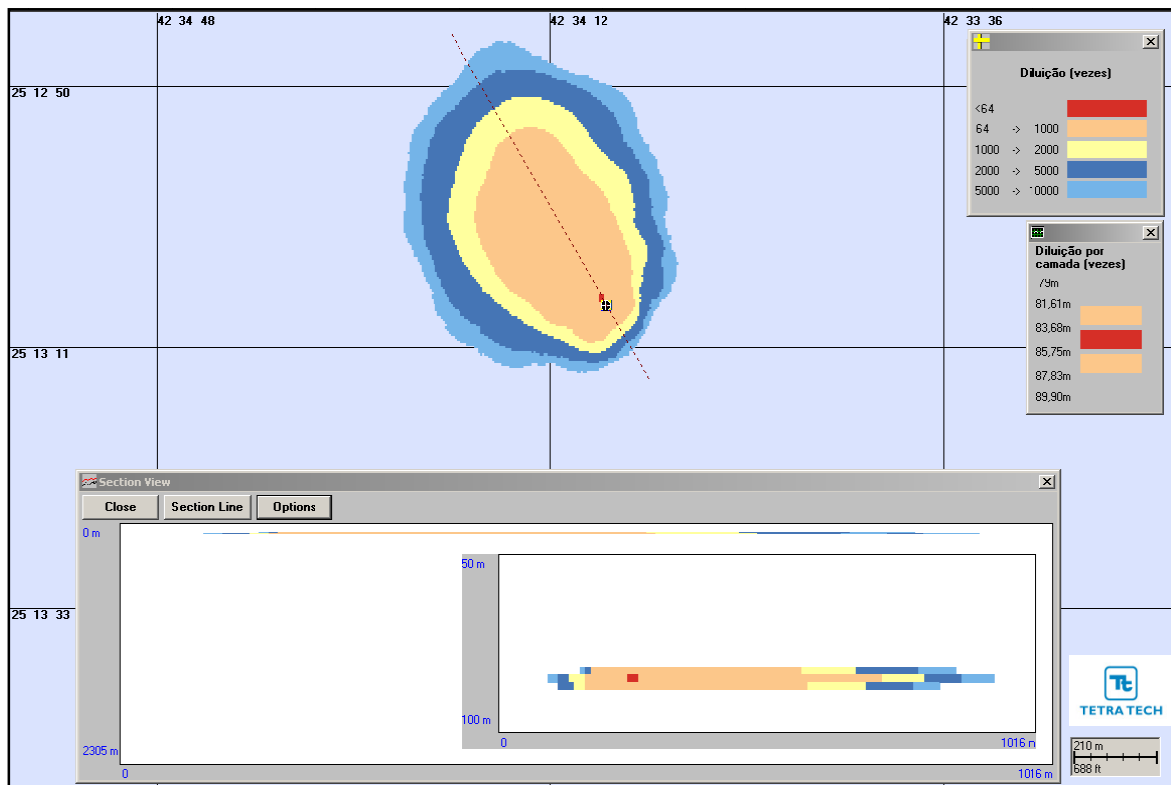
Assim como para os cenários probabilísticos, nestas figuras são apresentados os contornos das plumas até a diluição de 10.000 vezes, uma seção transversal com o perfil vertical de diluições (demarcada por uma linha pontilhada sobre a pluma), e as mínimas diluições por camada (intervalos de profundidades) 1 hora após o instante inicial das simulações.

A Tabela III-82, a seguir, apresenta as diluições mínimas obtidas para o efluente da URS descartado a partir do DP de Franco Sul para a Opção 02, durante o período de verão, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento.

**Tabela III-82** - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartado a partir do DP de Franco Sul para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.

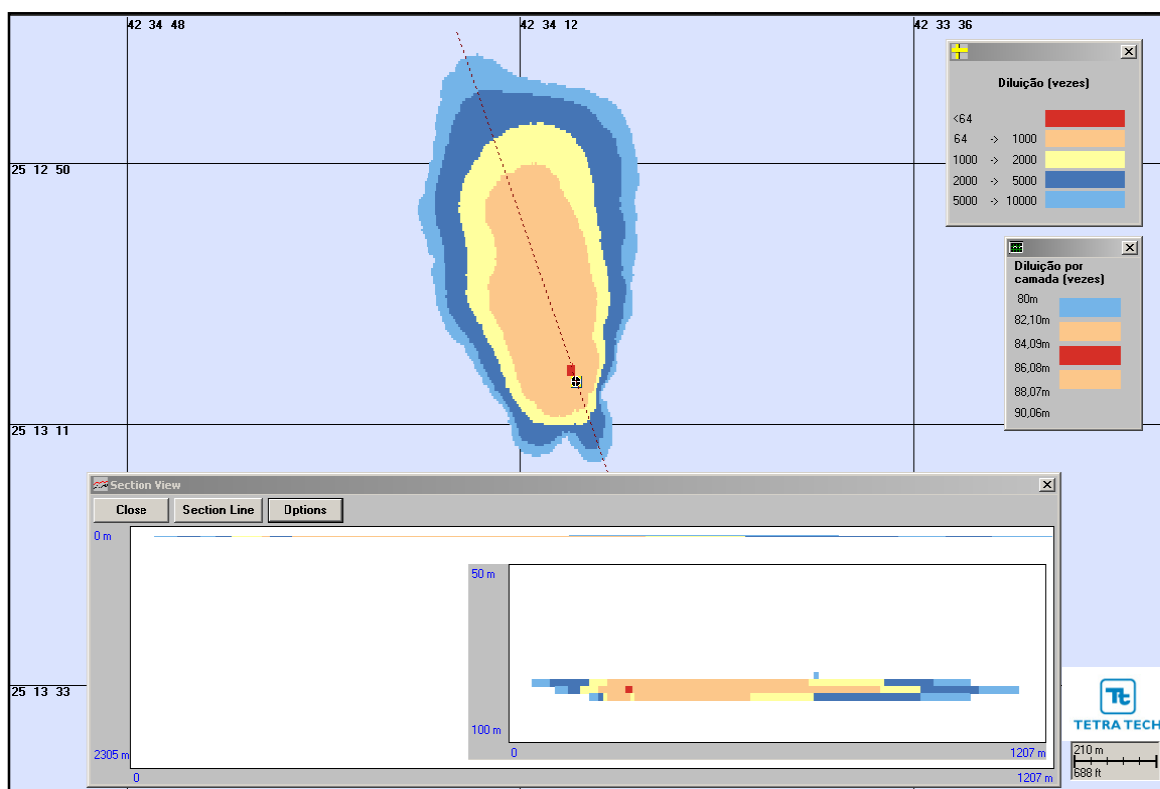
| COMPONENTE            | SITUAÇÃO CRÍTICA | DILUIÇÃO (vezes) A 100 m | DILUIÇÃO (vezes) A 250 m | DILUIÇÃO (vezes) A 500 m |
|-----------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                       |                  | VERÃO                    | VERÃO                    | VERÃO                    |
| Com adição de biocida | Menor diluição   | 141                      | 310                      | 970                      |
|                       | Maior distância  | 229                      | 414                      | 772                      |

Na Figura III-301 a seguir, observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou as menores diluições nas proximidades do ponto de descarte para a Opção 02 do DP de Franco Sul, no período de verão.



**Figura III-301** - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco Sul, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.

Na Figura III-302, observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou a maior distância do ponto de lançamento de água produzida para a Opção 02, após 1 hora, no período de verão.



**Figura III-302** - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco Sul, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.

### III.2.2.9 Desenvolvimento da Produção de Franco 1

A seguir, são apresentados os resultados das simulações de campo afastado para o efluente da URS descartado a partir do DP de Franco 1.

De acordo com os resultados da modelagem de campo próximo para o descarte de água produzida, e para o efluente da URS, verifica-se que as alterações significativas na qualidade da água, considerando os parâmetros da Resolução do CONAMA nº 357/05, não ultrapassam o domínio do campo próximo.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade, as diluições obtidas neste domínio para ambas as estações do ano, e para as três opções de descarte, também são suficientes para o enquadramento do efluente de água produzida. Conforme se observa nos

resultados apresentados, a diluição de 256 vezes é atingida em distâncias inferiores a 38 m do ponto de lançamento.

Para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade do efluente da URS (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção dos lançamentos ocorrendo através da Opção 02 para a CENO com biocida. Para as demais opções de lançamento do efluente da URS, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida) são atingidas em distâncias inferiores a 21 m do ponto de lançamento.

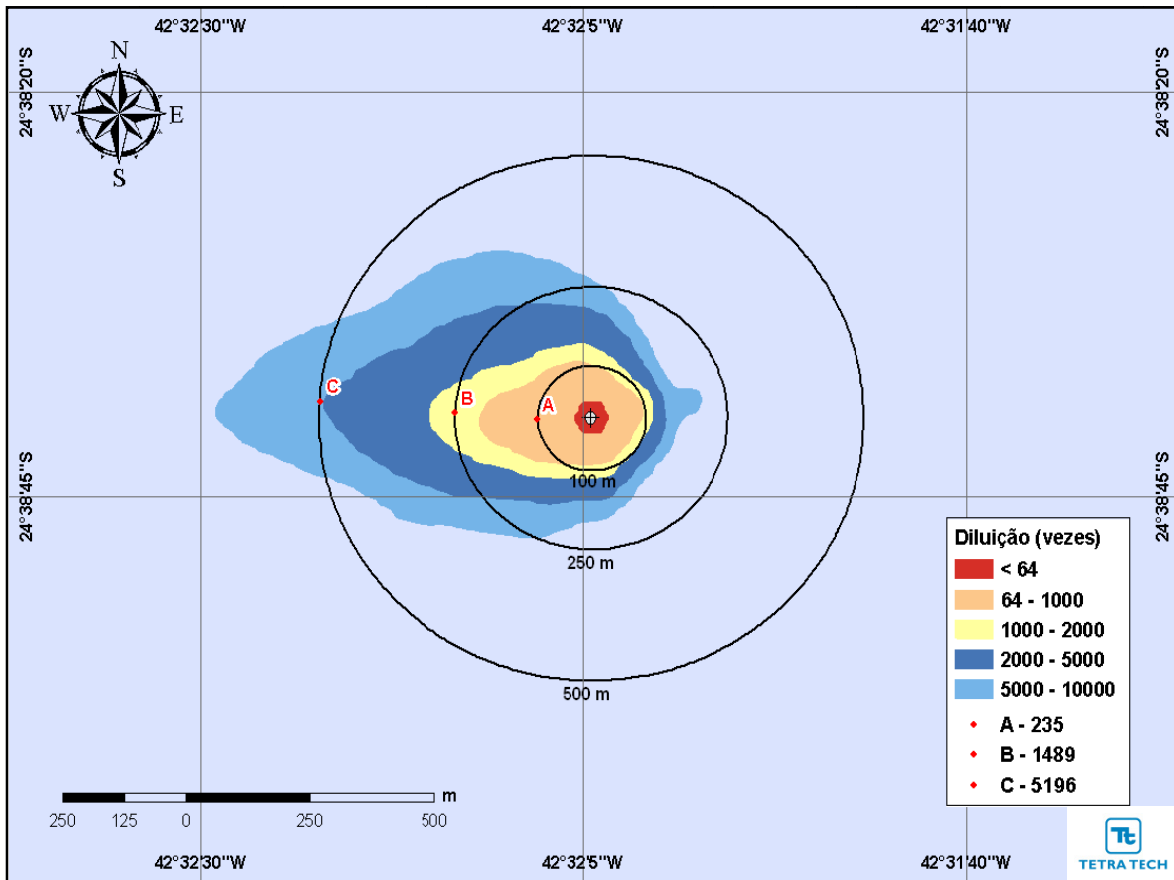
### **Cenários Probabilísticos**

As diluições médias obtidas para os descartes a partir do DP de Franco 1, durante os períodos de verão e de inverno para a Opção 02, são apresentadas na Tabela III-83, a seguir, em função das distâncias de 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma se afasta do ponto de lançamento.

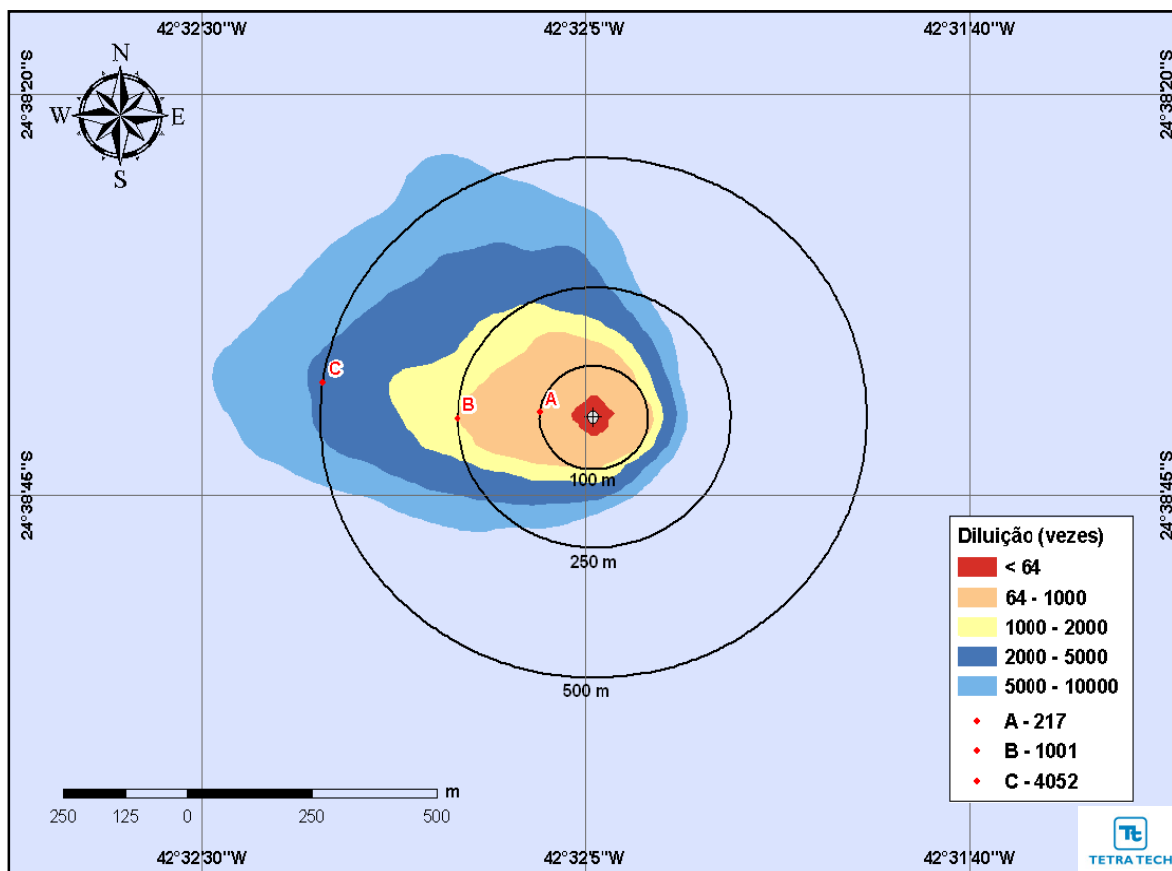
**Tabela III-83 - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Franco 1 para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, nos períodos de verão e de inverno.**

| COMPONENTES           | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 100 m |         | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 250 m |         | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 500 m |         |
|-----------------------|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|
|                       | VERÃO                       | INVERNO | VERÃO                       | INVERNO | VERÃO                       | INVERNO |
| Com adição de biocida | 235                         | 217     | 1.489                       | 1.004   | 4.852                       | 4.052   |

A seguir, a Figura III-303 apresenta os contornos de diluição das simulações probabilísticas para a Opção 02 de descarte do efluente da URS do DP de Franco 1 com a adição de biocida, no período de verão. De acordo com esses resultados, a diluição de 64 vezes (CENO com biocida) ocorre a uma distância de 36 m do ponto de lançamento. Por sua vez, a Figura III-304 apresenta os contornos de diluição das simulações no período de inverno, de acordo com esses resultados a diluição de 64 vezes ocorre a uma distância de 50 m do ponto de lançamento.



**Figura III-303 - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Franco 1 para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora.**



**Figura III-304** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Franco 1 para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de inverno, após 1 hora.

### Cenários Determinísticos

A seguir, são apresentados os resultados das simulações determinísticas críticas de verão e de inverno para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco 1. Para essas simulações foram considerados como mais críticos os cenários que apresentaram as menores diluições nas proximidades do ponto de lançamento, e também os cenários que atingiram a maior distância, ao final das simulações, do ponto de lançamento.

Assim como para os cenários probabilísticos, nestas figuras são apresentados os contornos das plumas até a diluição de 10.000 vezes, uma seção transversal com o perfil vertical de diluições (demarcada por uma linha pontilhada sobre a pluma), e as mínimas diluições por camada (intervalos de profundidades) 1 hora após o instante inicial das simulações.

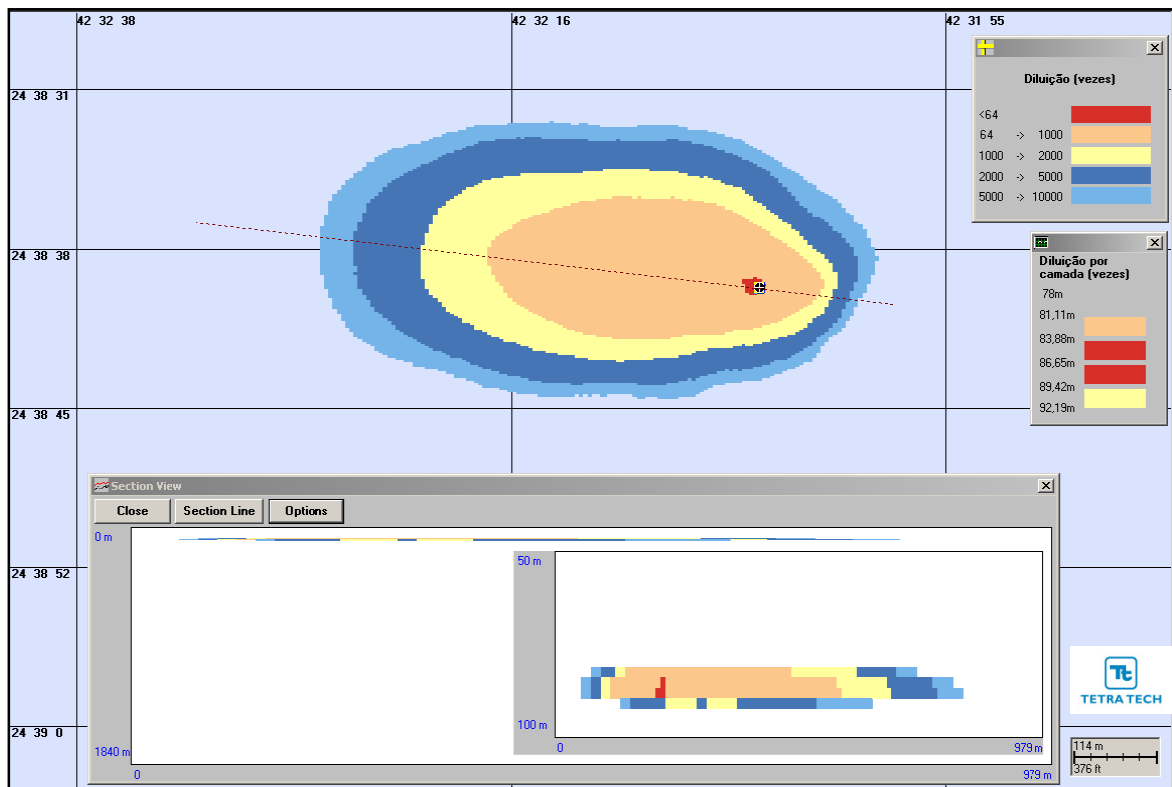
A Tabela III-84, a seguir, apresenta as diluições mínimas obtidas para o efluente da URS descartado a partir do DP de Franco 1 para a Opção 02, durante os períodos de verão e de inverno, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento.

**Tabela III-84** - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartada a partir do DP de Franco 1 para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, nos períodos de verão e inverno.

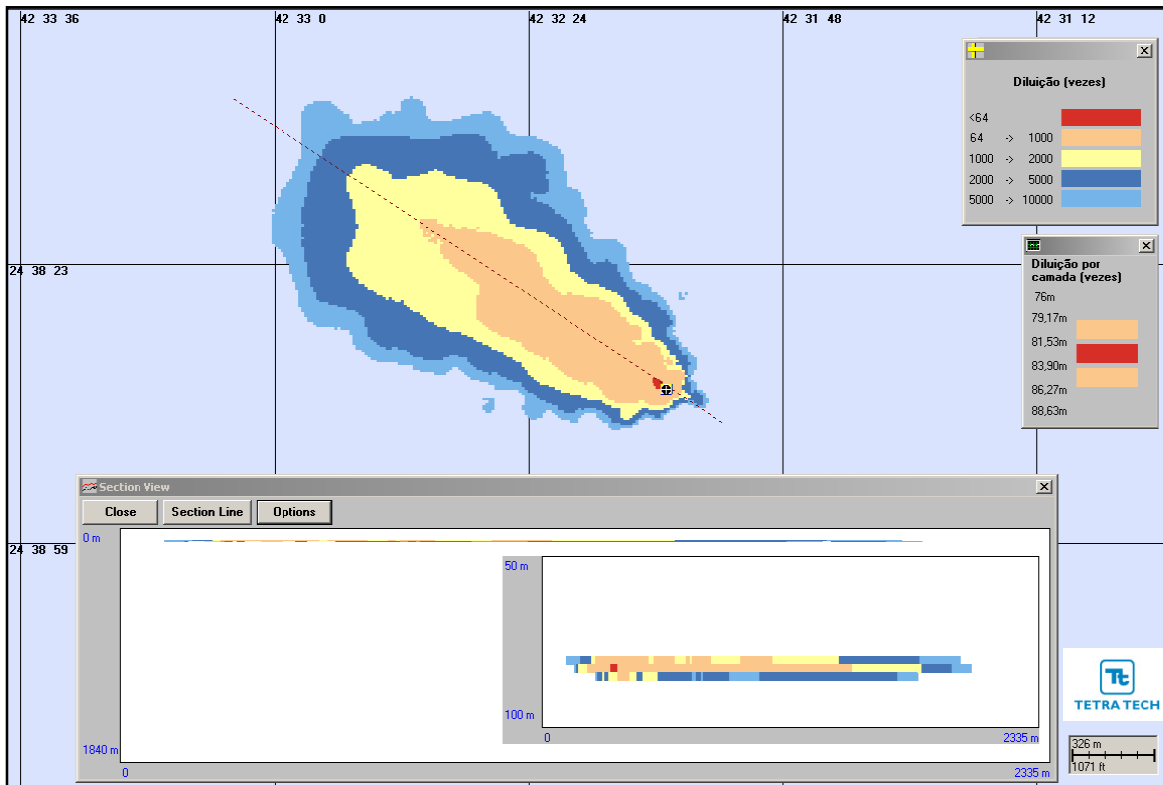
| COMPONENTE            | SITUAÇÃO CRÍTICA | DILUIÇÃO (vezes) A 100 m |         | DILUIÇÃO (vezes) A 250 m |         | DILUIÇÃO (vezes) A 500 m |         |
|-----------------------|------------------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|
|                       |                  | VERÃO                    | INVERNO | VERÃO                    | INVERNO | VERÃO                    | INVERNO |
| Com adição de biocida | Menor diluição   | 228                      | 215     | 482                      | 355     | 909                      | 543     |
|                       | Maior distância  | 235                      | 142     | 316                      | 195     | 469                      | 284     |

Na Figura III-305 e na Figura III-306, a seguir, observam-se os contornos de diluição das simulações determinísticas que apresentaram as menores diluições nas proximidades do ponto de lançamento para a Opção 02 do DP de Franco 1, nos períodos de verão e de inverno, respectivamente.



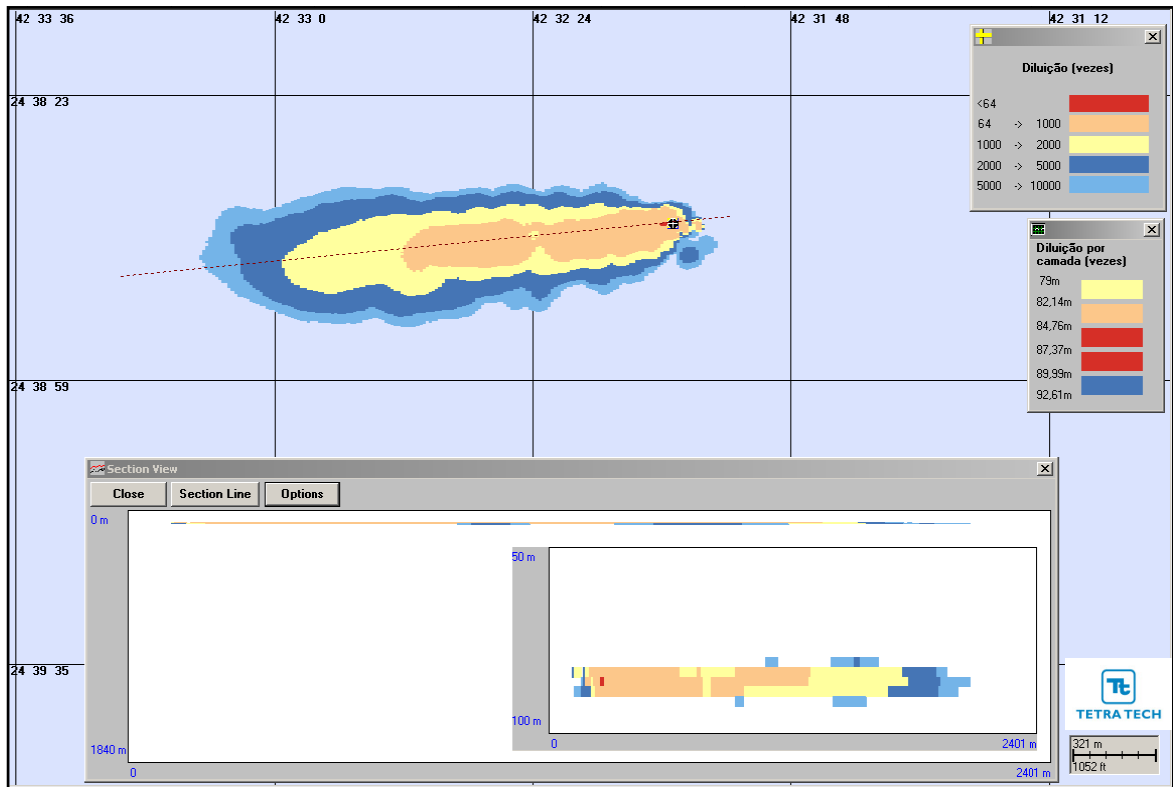


**Figura III-305 - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco 1, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.**

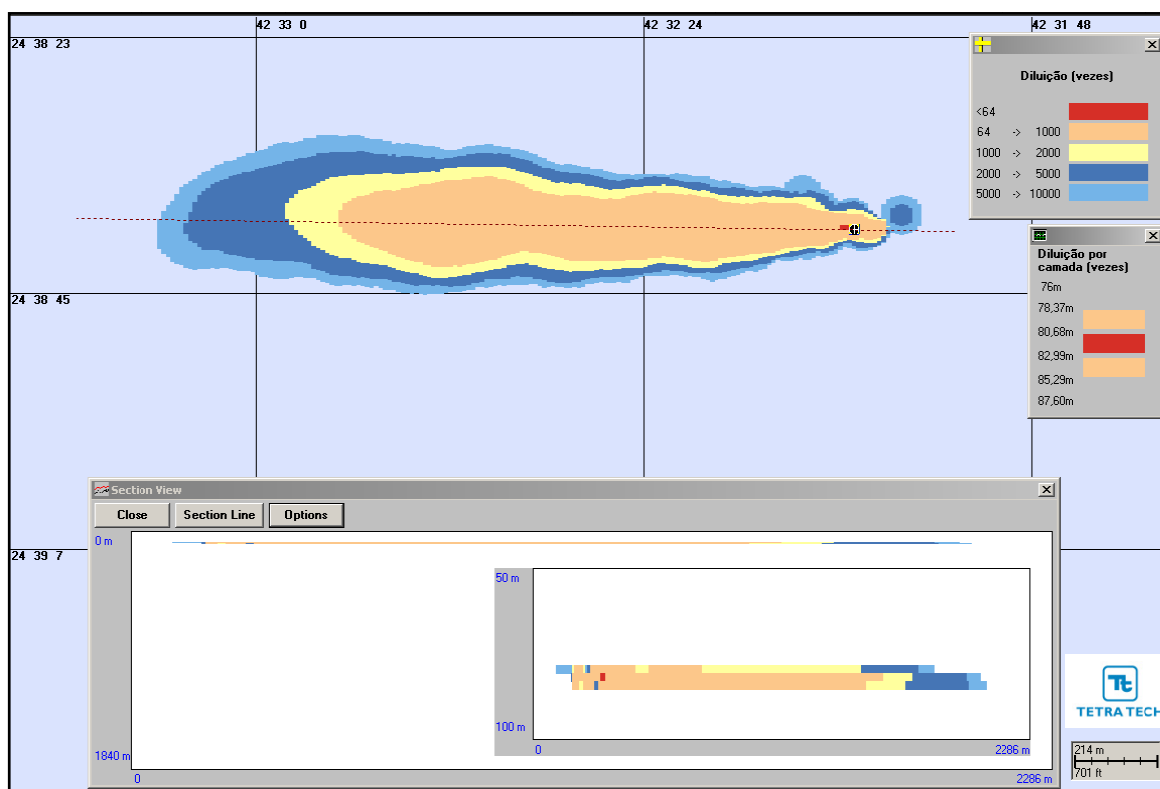


**Figura III-306** - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco 1, simulada no período de inverno (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.

Na Figura III-307 e na Figura III-308 observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou a maior distância do ponto de lançamento de água produzida para a Opção 02, após 1 hora, nos períodos de verão e inverno, respectivamente.



**Figura III-307 - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco 1, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.**



**Figura III-308** - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco 1, simulada no período de inverno (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.

### III.2.2.10 Desenvolvimento da Produção de Franco NW

A seguir, são apresentados os resultados das simulações de campo afastado para o efluente da URS descartado a partir do DP de Franco NW.

De acordo com os resultados da modelagem de campo próximo para o descarte de água produzida, e para o efluente da URS, verifica-se que as alterações significativas na qualidade da água, considerando os parâmetros da Resolução do CONAMA nº 357/05, não ultrapassam o domínio do campo próximo.

De maneira análoga, para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade, as diluições obtidas neste domínio para ambas as estações do ano, e para as três opções de descarte, também são suficientes para o enquadramento do efluente de água produzida. Conforme se observa nos

resultados apresentados, a diluição de 256 vezes é atingida em distâncias inferiores a 40 m do ponto de lançamento.

Para o critério ambiental relativo aos ensaios de ecotoxicidade do efluente da URS (*i.e.* CENO sem e com biocida), as diluições obtidas neste domínio são suficientes para o enquadramento do efluente, com exceção do lançamento ocorrendo através da Opção 02, no período de verão, para a CENO com biocida. Para as demais opções de lançamento do efluente da URS, as diluições de 8 vezes (CENO sem biocida) e 64 vezes (CENO com biocida) são atingidas em distâncias inferiores a 26 m do ponto de lançamento.

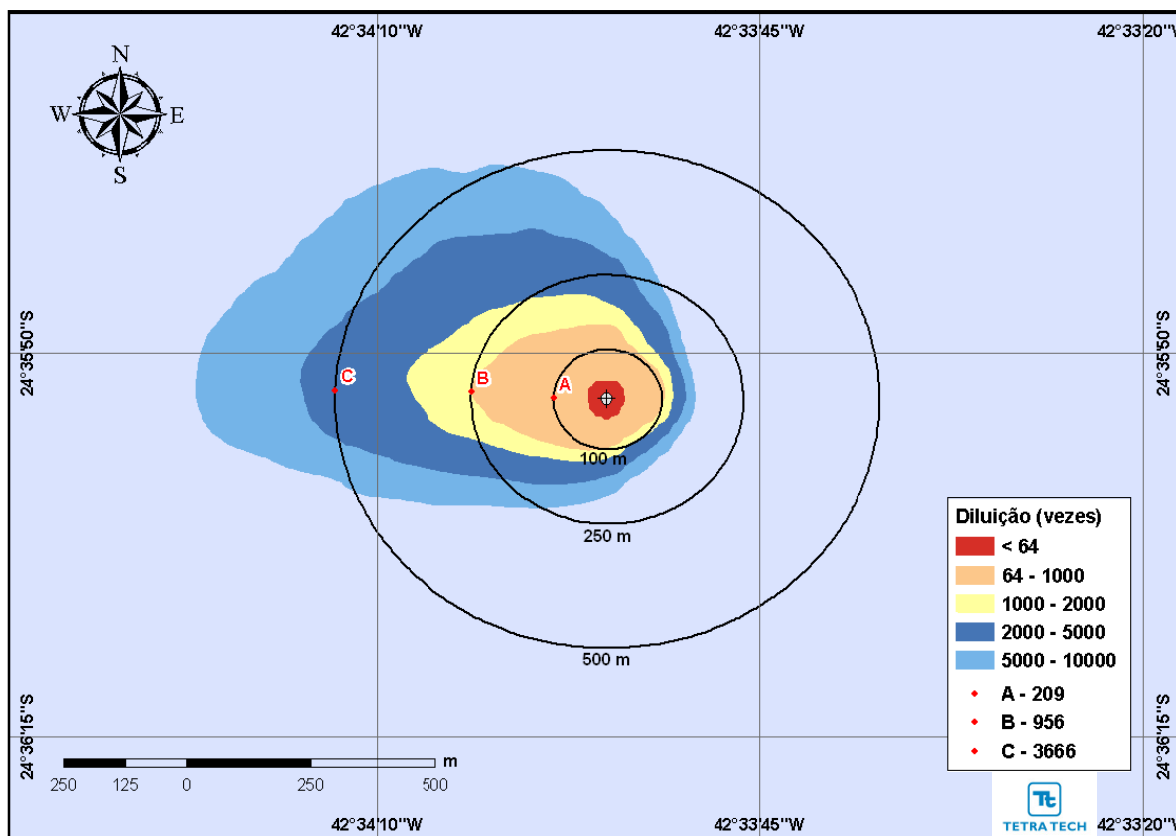
### **Cenários Probabilísticos**

As diluições médias obtidas para os descartes a partir do DP de Franco NW, durante o período de verão para a Opção 02, são apresentadas na Tabela III-85, a seguir, em função das distâncias de 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento. Observa-se que a diluição aumenta à medida que a pluma se afasta do ponto de lançamento.

**Tabela III-85 - Diluições médias calculadas para o efluente da URS a partir do DP de Franco NW para a Opção 02, com a adição de biocida a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.**

| COMPONENTES           | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 100 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 250 m | DILUIÇÃO (vezes)<br>A 500 m |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                       | VERÃO                       | VERÃO                       | VERÃO                       |
| Com adição de biocida | 233                         | 1.526                       | 7.839                       |

A seguir, a Figura III-309 apresenta os contornos de diluição das simulações probabilísticas para a Opção 02 de descarte do efluente da URS do DP de Franco NW com a adição de biocida, no período de verão. De acordo com esses resultados, a diluição de 64 vezes (CENO com biocida) ocorre a uma distância de 34 m do ponto de lançamento.



**Figura III-309** - Diluições calculadas para a pluma de efluente da URS do DP de Franco NW para a Opção 02, com a adição do biocida, simulada no período de verão, após 1 hora.

### Cenários Determinísticos

A seguir, são apresentados os resultados das simulações determinísticas críticas de verão para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco NW. Para essas simulações foram considerados como mais críticos os cenários que apresentaram as menores diluições nas proximidades do ponto de lançamento, e também os cenários que atingiram a maior distância, ao final das simulações, do ponto de lançamento.

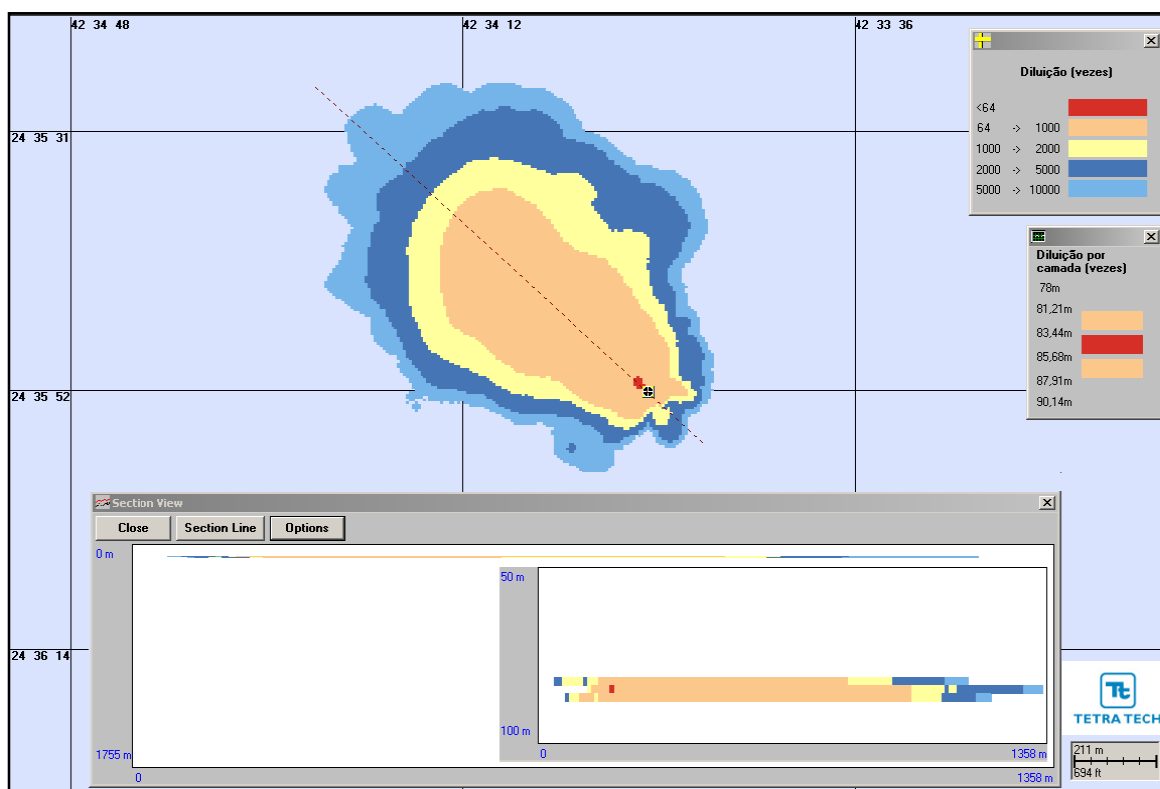
Assim como para os cenários probabilísticos, nestas figuras são apresentados os contornos das plumas até a diluição de 10.000 vezes, uma seção transversal com o perfil vertical de diluições (demarcada por uma linha pontilhada sobre a pluma), e as mínimas diluições por camada (intervalos de profundidades) 1 hora após o instante inicial das simulações.

A Tabela III-86, a seguir, apresenta as diluições mínimas obtidas para o efluente da URS descartado a partir do DP de Franco NW para a Opção 02, durante o período de verão, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento.

**Tabela III-86** - Diluições mínimas calculadas para as simulações determinísticas críticas do efluente da URS descartada a partir do DP de Franco NW para a Opção 02, a 100, 250 e 500 m do ponto de lançamento, no período de verão.

| COMPONENTE            | SITUAÇÃO CRÍTICA | DILUIÇÃO (vezes) A 100 m | DILUIÇÃO (vezes) A 250 m | DILUIÇÃO (vezes) A 500 m |
|-----------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                       |                  | VERÃO                    | VERÃO                    | VERÃO                    |
| Com adição de biocida | Menor diluição   | 230                      | 308                      | 556                      |
|                       | Maior distância  | 232                      | 420                      | 772                      |

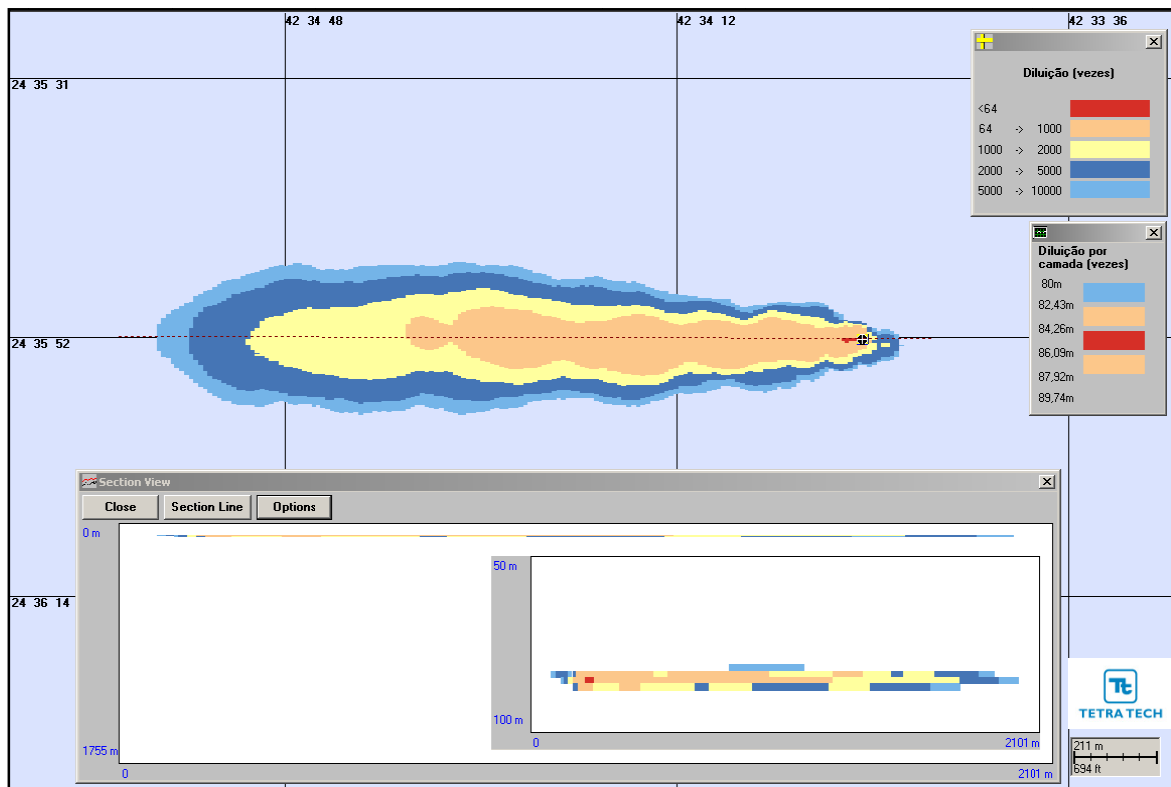
Na Figura III-310 a seguir, observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou as menores diluições nas proximidades do ponto de descarte para a Opção 02 do DP de Franco NW, no período de verão.



**Figura III-310** - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco NW, simulada no período de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte), após 1 hora.

Na Figura III-311, observam-se os contornos de diluição da simulação determinística que apresentou a maior distância do ponto de lançamento de água produzida para a Opção 02, após 1 hora, no período de verão.





**Figura III-311** - Diluições calculadas para a pluma da URS descartada a partir da Opção 02 do DP de Franco NW, simulada no período de verão (maior distância a partir do ponto de descarte), após 1 hora.



## ***IV CONSIDERAÇÕES FINAIS***

Este relatório apresenta os resultados das simulações numéricas do processo da diluição e dispersão das plumas provenientes do descarte de efluentes da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do Desenvolvimento da Produção (DP) de treze empreendimentos localizados no Polo Pré-Sal da Bacia de Santos, *i.e.* Lula Sul, Lula Norte, Lula Área de Iracema Norte, Lula Central, Lula Alto, Lula Oeste, Lula Extremo Sul, Sapinhoá Norte, Franco SW, Franco Sul, Franco 1, Franco NW e Carioca. Os padrões de circulação característicos da região foram estimados a partir de um modelo numérico, baseado no *Princeton Ocean Model* (POM), adaptado e implementado pela TETRA TECH.

Com este objetivo, a modelagem foi conduzida através da separação de dois domínios conhecidos por campo próximo e campo afastado (simulações probabilísticas e determinísticas críticas). As simulações de campo próximo, realizadas com o modelo CORMIX, fornecem a diluição inicial do efluente e servem como parâmetros de entrada para o modelo de campo afastado CHEMMAP. As simulações probabilísticas fornecem como resultado a área de influência do efluente, além dos valores médios de diluição da pluma a partir do ponto de lançamento. Já as simulações determinísticas apresentam os cenários considerados como mais críticos: os que atingiram as maiores distâncias a partir do ponto de descarte nos períodos simulados e os que apresentam os menores valores de diluição nas proximidades do ponto de descarte.

Estas simulações foram conduzidas considerando as variações sazonais das forçantes meteorológicas e oceanográficas, através da seleção dos períodos de verão e inverno. Para representação dos efluentes, foi utilizado um composto conservativo.

Foram utilizados dois critérios ambientais: padrões de qualidade de água do corpo receptor (Águas Salinas de Classe 1) estabelecidos na Resolução do CONAMA nº 357/05 e a comparação do efluente no corpo receptor com a Concentração de Efeito Não Observado (CENO) estabelecida na Resolução do CONAMA nº 430/11.

Para o descarte de efluente a partir de cada URS foram realizadas simulações para o efluente sem e com a adição de biocida, utilizando a vazão de 9.540 m<sup>3</sup>/dia (Lula Sul, Lula Norte, Lula Central, Lula Alto, Lula Oeste, Lula Extremo Sul e Sapinhoá Norte), 12.720 m<sup>3</sup>/dia (Lula Área de Iracema Norte), 10.600 m<sup>3</sup>/dia (Franco SW, Franco Sul, Franco NW e Franco 1) e 7.950 m<sup>3</sup>/dia (Carioca). Para o efluente sem adição de biocida as simulações tiveram duração de 24 horas e para o efluente com biocida simulações tiveram duração de 1 hora (tempo de adição do biocida).

Os resultados das simulações para o descarte de efluente mostraram que as diluições necessárias para o enquadramento nos critérios ambientais (Resolução do CONAMA nº 357/05) é alcançada em distâncias inferiores a 7 m dos pontos de descarte para todos os DP.

Para enquadramento no critério ambiental CENO, as diluições necessárias ocorreram em distâncias inferiores a 28 m (Lula Sul, Lula Oeste e Lula Extremo Sul), 34 m (Franco SW, Franco NW e Carioca), 40 m (Lula Central), 45 m (Sapinhoá Norte), 49 m (Lula Norte), 50 m (Franco 1), 51 m (Franco Sul), 52 m (Lula Alto) e 55 m (Lula Área de Iracema Norte).

Dessa forma, os resultados apresentados acima indicam que alterações significativas na qualidade da água (zona de mistura relativa à toxicidade e à legislação ambiental) ocorrerão em distâncias inferiores a 55 m a partir dos pontos de descarte de cada URS.

## V BIBLIOGRAFIA

ASA (Applied Science Associates South America), 2007. Modelagem do Descarte de Água Produzida nas Bacias de Campos e Ceará. Relatório Técnico, Revisão 01 (16 de março de 2007). 199pp.

ASA (Applied Science Associates South America), 2008. Modelagem da Dispersão de Efluente Líquido Industrial da Fosfertil Lançado no Rio Grande, Uberaba (MG). **Relatório Técnico**, Revisão 00 (24 de out de 2008). 114pp.

ASA (Applied Science Associates South America), 2010a. Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para a Área Geográfica Bacia de Santos. **Relatório Técnico**, Revisão 03 (15 de julho de 2010). 266pp+Anexos.

ASA (Applied Science Associates South America), 2010b. Modelagem de Vazamentos de Condensado a partir do Sistema de Produção e Escoamento do Campo de Mexilhão, Bacia de Santos. **Relatório Técnico**, Revisão 00 (12 de novembro de 2010). 179pp+Anexos.

ASA (Applied Science Associates South America), 2011. Modelagem Hidrodinâmica para a Costa Sudeste Brasileira, Bacias de Campos e Santos. **Relatório Técnico**, Revisão 00 (16 de fevereiro de 2011). 103pp+Anexos.

BRANDSMA, M.G., 2004. Modeling of Cooling Water, ORV Cold-Water and Cavern Leaching Brine Plumes from Main Pass Energy Hub. **Technical Report**. Ecology and Environmental, Inc; 23 February 2004. 83pp.

BRASIL, 2005. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 mar. 2005.

BRASIL, 2011. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2011.

---

FOFONOFF, P. & MILLARD, R.C.J., 1983. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater. **UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci.** 44:1-53.

LAMMARDO, A.C.R.; GALLO, A.; LAMMARDO, M.P.; MENDES, A.L.T. & AZEVEDO, M.M., 2010. Validation of Produced Water Discharge Modeling from Guamaré Outfalls I and II, Rio Grande do Norte, Brazil. In: **SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production (SPE-127047-PP)**, 2010. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

LEVITUS, S. & BOYER, T.P., 1994. World Ocean Atlas 1994. **Technical Report** Vol. 4, National Oceanographic Data Center, Ocean Climate Laboratory. 117pp.

## VI EQUIPE TÉCNICA

### *Equipe da Empresa Consultora Tetra Tech Consultoria Ltda.*

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Profissional</b>  | Aline Suzuki                 |
| <b>Empresa</b>   | Tetra Tech Consultoria Ltda. |
| <b>Registro no Conselho de Classe</b>  | 506.321.819.9 (CREA)         |
| <b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b> | 5489280                      |
| <b>Responsável pela(s) Capítulo(s)</b>   | TODOS                        |
| <b>Assinatura</b>  |                              |

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>Profissional</b>  | Ana Carolina da Rocha Lammardo |
| <b>Empresa</b>   | Tetra Tech Consultoria Ltda.   |
| <b>Registro no Conselho de Classe</b>  | 1.689 (AOCEANO)                |
| <b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b> | 325047                         |
| <b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>   | TODOS                          |
| <b>Assinatura</b>  |                                |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Profissional</b>  | Breno Mendes Quintanilha Sierra |
| <b>Empresa</b>   | Tetra Tech Consultoria Ltda.    |
| <b>Registro no Conselho de Classe</b>  | 000.000.000-0                   |
| <b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b> | 1988616                         |
| <b>Responsável pela(s) Capítulo(s)</b>   | TODOS                           |
| <b>Assinatura</b>  |                                 |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Profissional</b>  | Eduardo Yassuda              |
| <b>Empresa</b>   | Tetra Tech Consultoria Ltda. |
| <b>Registro no Conselho de Classe</b>  | 060.184.738.5 (CREA)         |
| <b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b> | 94066                        |
| <b>Responsável pela(s) Capítulo(s)</b>   | TODOS                        |
| <b>Assinatura</b>  |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Profissional</b>  | Gabriel Clauzet              |
| <b>Empresa</b>   | Tetra Tech Consultoria Ltda. |
| <b>Registro no Conselho de Classe</b>  | 000.000.000-0                |
| <b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b> | 1031373                      |
| <b>Responsável pela(s) Capítulo (s)</b>  | TODOS                        |
| <b>Assinatura</b>  |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Profissional</b>  | Marco Antonio Corrêa         |
| <b>Empresa</b>   | Tetra Tech Consultoria Ltda. |
| <b>Registro no Conselho de Classe</b>  | 000.000.000-0                |
| <b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b> | 434236                       |
| <b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>   | TODOS                        |
| <b>Assinatura</b>  |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Profissional</b>  | Maurício Person Lammardo     |
| <b>Empresa</b>   | Tetra Tech Consultoria Ltda. |
| <b>Registro no Conselho de Classe</b>  | 1.065 (AOCEANO)              |
| <b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b> | 272165                       |
| <b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>   | TODOS                        |
| <b>Assinatura</b>  |                              |



## APÊNDICE I - RESUMO DOS DADOS DE ENTRADA UTILIZADOS NAS SIMULAÇÕES

A Tabela AI-1, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Lula Sul.

**Tabela AI-1 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Sul.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 25°37'44,78"S e 42°50'29,21"W<br>(SIRGAS 2000)  | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 2.151,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 2.500,19  | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 0,67  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 40  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 35.177,0  | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0,0627 – 0,1112   | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 21,1 – 26,1   | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 35,5 – 36,7   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0243 – 1,0260   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-1 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Sul - continuação.**

|  | DADOS                                     | JUSTIFICATIVA |
|--|---|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |   |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | Variável                                  | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)                  | Variável                                  | Item III.1.1  |
| Temperatura da água do mar (°)             | 21,1 – 26,1                               | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar                  | 35,5 – 36,7                               | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | 1,0243 – 1,0260                           | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)          | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | Variável                                  | Item III.1.1  |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | Composto conservativo                     | Item II       |
| Duração da simulação (s)                   | 3.600,0                                   | Item III.2.1  |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |   |               |
| Princípio ativo                            | –   | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –   | *             |
| CEO (%)                                    | –   | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocida) | Item II       |
| VC (%)                                     | –   | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |   |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |   |               |
| Espessura (m)                              | 6,1 – 16,4                                | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 23,8 – 75,5                               | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 15,9 – 24,3                               | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –   | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |   |               |
| Espessura (m)                              | Variável                                  | Item III.2.2  |
| Comprimento (m)                            | Variável                                  | Item III.2.2  |
| Profundidade (m)                           | Variável                                  | Item III.2.2  |
| Concentração (ppm)                         | –   | *             |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

A Tabela AI-2, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Lula Norte.

**Tabela AI-2 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Norte.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 25°20'09,00"S e 42°40'43,60"W<br>(SIRGAS 2000)  | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 2.134,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 2.500,19  | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 0,67  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 40  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 35.177,0  | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0,0497 – 0,0881   | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 20,99 – 26,04   | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 36,49 – 36,71   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0243 – 1,0260   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-2 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Norte - continuação.**

|  | DADOS                                    | JUSTIFICATIVA |
|--|--|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |  |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)                  | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura da água do mar (°)             | 20,99 – 26,04                            | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar                  | 36,49 – 36,71                            | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | 1,0243 – 1,0260                          | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)          | –  | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –  | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –  | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | Composto conservativo                    | Item II       |
| Duração da simulação (s)                   | 3.600,0                                  | Item III.2.1  |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |  |               |
| Princípio ativo                            | –  | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –  | *             |
| CEO (%)                                    | –  | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocda) | Item II       |
| VC (%)                                     | –  | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |  |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |  |               |
| Espessura (m)                              | 3,6 – 17,3                               | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 21,6 – 62,8                              | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 15,5 – 25,7                              | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Espessura (m)                              | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Comprimento (m)                            | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Profundidade (m)                           | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

A Tabela AI-3, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte.

**Tabela AI-3 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 25°08'28,13"S e 42°56'39,34"W<br>(SIRGAS 2000)  | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 2.207,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 3.333,60  | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 0,67  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 40  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 35.177,0  | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0,0303 – 0,0348   | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 20,55 – 25,94   | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 36,37 – 36,62   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0242 – 1,0261   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-3 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte - continuação.**

|  | DADOS                                    | JUSTIFICATIVA |
|--|--|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |  |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)                  | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura da água do mar (°)             | 20,55 – 25,94                            | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar                  | 36,37 – 36,62                            | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | 1,0242 – 1,0261                          | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)          | –  | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –  | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –  | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | Composto conservativo                    | Item II       |
| Duração da simulação (s)                   | 3.600,0                                  | Item III.2.1  |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |  |               |
| Princípio ativo                            | –  | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –  | *             |
| CEO (%)                                    | –  | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocda) | Item II       |
| VC (%)                                     | –  | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |  |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |  |               |
| Espessura (m)                              | 3,1 – 5,1                                | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 27,2 – 55,7                              | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 16,6 – 28,2                              | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Espessura (m)                              | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Comprimento (m)                            | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Profundidade (m)                           | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

A Tabela AI-4, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Lula Central.

**Tabela AI-4 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Central.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 25°29'28,76"S e 42°47'05,86"W (SIRGAS 2000)   | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 2.117,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 2.500,19  | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 0,67  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 40  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 35.177,0  | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0,054 – 0,099   | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 20,99 – 26,40   | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 36,49 – 36,71   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0243 – 1,0260   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-4 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Central - continuação.**

|  | DADOS                                     | JUSTIFICATIVA |
|--|---|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |   |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | Variável                                  | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)                  | Variável                                  | Item III.1.1  |
| Temperatura da água do mar (°)             | 20,99 – 26,40                             | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar                  | 36,49 – 36,71                             | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | 1,0243 – 1,0260                           | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)          | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | Variável                                  | Item III.1.1  |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | Composto conservativo                     | Item II       |
| Duração da simulação (s)                   | 3.600,0                                   | Item III.2.1  |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |   |               |
| Princípio ativo                            | –   | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –   | *             |
| CEO (%)                                    | –   | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocida) | Item II       |
| VC (%)                                     | –   | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |   |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |   |               |
| Espessura (m)                              | 3,7 – 18,2                                | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 21,8 – 56,5                               | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 15,4 – 27,2                               | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –   | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |   |               |
| Espessura (m)                              | Variável                                  | Item III.2.2  |
| Comprimento (m)                            | Variável                                  | Item III.2.2  |
| Profundidade (m)                           | Variável                                  | Item III.2.2  |
| Concentração (ppm)                         | –   | *             |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.



A Tabela AI-5, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Lula Alto.

**Tabela AI-5 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Alto.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 25°27'09,96"S e 42°45'08,90"W<br>(SIRGAS 2000)  | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 2.117,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 2.500,19  | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 0,67  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 40  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 35.177,0  | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0,0428 – 0,0843   | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 20,99 – 26,04   | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 36,49 – 36,71   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0243 – 1,0260   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-5 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Alto - continuação.**

|  | DADOS                                     | JUSTIFICATIVA |
|--|---|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |   |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | Variável                                  | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)                  | Variável                                  | Item III.1.1  |
| Temperatura da água do mar (°)             | 20,99 – 26,04                             | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar                  | 36,49 – 36,71                             | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | 1,0243 – 1,0260                           | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)          | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | Variável                                  | Item III.1.1  |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | Composto conservativo                     | Item II       |
| Duração da simulação (s)                   | 3.600,0                                   | Item III.2.1  |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |   |               |
| Princípio ativo                            | –   | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –   | *             |
| CEO (%)                                    | –   | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocida) | Item II       |
| VC (%)                                     | –   | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |   |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |   |               |
| Espessura (m)                              | 3,6 – 15,5                                | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 21,6 – 53,1                               | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 19,0 – 27,6                               | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –   | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |   |               |
| Espessura (m)                              | Variável                                  | Item III.2.2  |
| Comprimento (m)                            | Variável                                  | Item III.2.2  |
| Profundidade (m)                           | Variável                                  | Item III.2.2  |
| Concentração (ppm)                         | –   | *             |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

A Tabela AI-6, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Lula Oeste.

**Tabela AI-6 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Oeste.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 25°28'19,98"S e 42°55'20,22"W<br>(SIRGAS 2000)  | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 2.100,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 2.500,275   | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 1,33  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 20  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 48.094,00   | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0.057 – 0.0655  | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 1,74 – 29,39  | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 34,42 – 36,89   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0239 – 1,0321   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-6 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Oeste - continuação.**

|  | DADOS                                     | JUSTIFICATIVA |
|--|---|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |   |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | –   | *             |
| Direção das correntes (°)                  | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)             | –   | *             |
| Salinidade da água do mar                  | –   | *             |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | –   | *             |
| Altura de onda significativa (ft)          | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | –   | *             |
| Duração da simulação (s)                   | –   | *             |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |   |               |
| Princípio ativo                            | –   | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –   | *             |
| CEO (%)                                    | –   | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocida) | Item II       |
| VC (%)                                     | –   | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |   |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |   |               |
| Espessura (m)                              | 5,1 – 18                                  | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 28,0 – 57,8                               | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 18,4 – 27,2                               | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –   | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |   |               |
| Espessura (m)                              | –   | *             |
| Comprimento (m)                            | –   | *             |
| Profundidade (m)                           | –   | *             |
| Concentração (ppm)                         | –   | *             |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

A Tabela AI-7, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Lula Extremo Sul.

**Tabela AI-7 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Extremo Sul.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 25°39'28,53"S e 42°51'34,02"W<br>(SIRGAS 2000)  | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 2.100,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 2.500,275   | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 1,33  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 20  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 48.094,00   | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0,0586 – 0,0759   | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 1,53 – 26,51  | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 34,42 – 36,92   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0238 – 1,0321   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-7 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Lula Extremo Sul - continuação.**

|  | DADOS                                     | JUSTIFICATIVA |
|--|---|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |   |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | –   | *             |
| Direção das correntes (°)                  | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)             | –   | *             |
| Salinidade da água do mar                  | –   | *             |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | –   | *             |
| Altura de onda significativa (ft)          | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | –   | *             |
| Duração da simulação (s)                   | –   | *             |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |   |               |
| Princípio ativo                            | –   | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –   | *             |
| CEO (%)                                    | –   | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocida) | Item II       |
| VC (%)                                     | –   | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |   |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |   |               |
| Espessura (m)                              | 7,9 – 17,5                                | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 30,0 – 54,5                               | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 21,0 – 27,2                               | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –   | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |   |               |
| Espessura (m)                              | –   | *             |
| Comprimento (m)                            | –   | *             |
| Profundidade (m)                           | –   | *             |
| Concentração (ppm)                         | –   | *             |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

A Tabela AI-8, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Sapinhoá Norte.

**Tabela AI-8 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Sapinhoá Norte.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 25°40'22,10"S e 43°12'22,29"W<br>(SIRGAS 2000)  | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 2.122,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 2.500,19  | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 0,67  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 40  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 35.177,0  | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0,0204 – 0,0490   | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 20,08 – 26,86   | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 36,44 – 36,69   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0242 – 1,0260   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-8 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Sapinhoá Norte - continuação.**

|  | DADOS                                    | JUSTIFICATIVA |
|--|--|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |  |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)                  | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura da água do mar (°)             | 20,08 – 26,86                            | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar                  | 36,44 – 36,69                            | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | 1,0242 – 1,0260                          | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)          | –  | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –  | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –  | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | Composto conservativo                    | Item II       |
| Duração da simulação (s)                   | 3.600,0                                  | Item III.2.1  |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |  |               |
| Princípio ativo                            | –  | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –  | *             |
| CEO (%)                                    | –  | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocda) | Item II       |
| VC (%)                                     | –  | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |  |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |  |               |
| Espessura (m)                              | 2,5 – 7,8                                | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 29,5 – 91,9                              | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 18,5 – 28,4                              | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Espessura (m)                              | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Comprimento (m)                            | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Profundidade (m)                           | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.



A Tabela AI-9, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Franco SW.

**Tabela AI-9 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Franco SW.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 24°46'22,79"S e 42°44'36,13"W<br>(SIRGAS 2000)  | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 1.950,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 2.778,00  | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 0,67  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 40  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 35.177,0  | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0,0808 – 0,0821   | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 19,76 – 25,74   | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 36,24 – 36,48   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0242 – 1,0262   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-9 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Franco SW - continuação).**

|  | DADOS                                    | JUSTIFICATIVA |
|--|--|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |  |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)                  | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura da água do mar (°)             | 19,76 – 25,74                            | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar                  | 36,24 – 36,48                            | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | 1,0242 – 1,0262                          | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)          | –  | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –  | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –  | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | Composto conservativo                    | Item II       |
| Duração da simulação (s)                   | 3.600,0                                  | Item III.2.1  |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |  |               |
| Princípio ativo                            | –  | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –  | *             |
| CEO (%)                                    | –  | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocda) | Item II       |
| VC (%)                                     | –  | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |  |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |  |               |
| Espessura (m)                              | 6,8 – 19,7                               | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 25,8 – 53,3                              | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 13,2 – 28,8                              | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Espessura (m)                              | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Comprimento (m)                            | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Profundidade (m)                           | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

A Tabela AI-10, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Franco Sul.

**Tabela AI-10 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Franco Sul.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 25°13'08,56"S e 42°34'06,79"W<br>(SIRGAS 2000)  | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 2.139,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 2.778,02  | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 0,67  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 40  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 35.177,0  | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0,0557 – 0,0912   | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 20,82 – 25,92   | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 36,31 – 36,68   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0243 – 1,0261   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-10 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Franco Sul - continuação.**

|  | DADOS                                    | JUSTIFICATIVA |
|--|--|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |  |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)                  | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura da água do mar (°)             | 20,82 – 25,92                            | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar                  | 36,31 – 36,68                            | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | 1,0243 – 1,0261                          | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)          | –  | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –  | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –  | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | Composto conservativo                    | Item II       |
| Duração da simulação (s)                   | 3.600,0                                  | Item III.2.1  |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |  |               |
| Princípio ativo                            | –  | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –  | *             |
| CEO (%)                                    | –  | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocda) | Item II       |
| VC (%)                                     | –  | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |  |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |  |               |
| Espessura (m)                              | 3,8 – 17,3                               | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 22,9 – 61,7                              | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 15,2 – 25,7                              | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Espessura (m)                              | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Comprimento (m)                            | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Profundidade (m)                           | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

A Tabela AI-11, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Franco 1.

**Tabela AI-11 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Franco 1.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 24°38'40,15"S e 42°32'04,47"W<br>(SIRGAS 2000)  | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 1.987,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 2.778,02  | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 0,67  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 40  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 35.177,0  | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0,0508 – 0,0699   | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 19,97 – 25,73   | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 36,30 – 36,52   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0242 – 1,0261   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-11 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Franco 1 - continuação.**

|  | DADOS                                    | JUSTIFICATIVA |
|--|--|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |  |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)                  | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura da água do mar (°)             | 19,97 – 25,73                            | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar                  | 36,30 – 36,52                            | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | 1,0242 – 1,0261                          | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)          | –  | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –  | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –  | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | Composto conservativo                    | Item II       |
| Duração da simulação (s)                   | 3.600,0                                  | Item III.2.1  |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |  |               |
| Princípio ativo                            | –  | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –  | *             |
| CEO (%)                                    | –  | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocda) | Item II       |
| VC (%)                                     | –  | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |  |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |  |               |
| Espessura (m)                              | 4,6 – 10,6                               | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 24,8 – 39,7                              | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 14,0 – 35,5                              | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Espessura (m)                              | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Comprimento (m)                            | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Profundidade (m)                           | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

A Tabela AI-12, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Franco NW.

**Tabela AI-12 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Franco NW.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 24°35'52,99"S e 42°33'54,94"W<br>(SIRGAS 2000)  | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 1.902,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 2.778,02  | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 0,67  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 40  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 35.177,0  | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0,0590 – 0,0794   | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 19,97 – 25,73   | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 36,30 – 36,52   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0242 – 1,0261   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-12 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Franco NW - continuação.**

|  | DADOS                                    | JUSTIFICATIVA |
|--|--|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |  |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)                  | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura da água do mar (°)             | 19,97 – 25,73                            | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar                  | 36,30 – 36,52                            | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | 1,0242 – 1,0261                          | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)          | –  | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –  | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | Variável                                 | Item III.1.1  |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –  | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | Composto conservativo                    | Item II       |
| Duração da simulação (s)                   | 3.600,0                                  | Item III.2.1  |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |  |               |
| Princípio ativo                            | –  | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –  | *             |
| CEO (%)                                    | –  | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocda) | Item II       |
| VC (%)                                     | –  | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |  |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |  |               |
| Espessura (m)                              | 6,5 – 13,1                               | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 25,8 – 42,8                              | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 13,4 – 25,4                              | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Espessura (m)                              | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Comprimento (m)                            | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Profundidade (m)                           | Variável                                 | Item III.2.2  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.



A Tabela AI-13, a seguir, apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de diluição e dispersão das plumas do efluente da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS) a partir do DP de Carioca.

**Tabela AI-13 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Carioca.**

| DESCRIÇÃO   | DADOS   | JUSTIFICATIVA |
|---|---|---------------|
| Local descarte (coordenadas geodésicas)   | 25°34'01,59"S e 43°28'46,44"W (SIRGAS 2000)   | Item I.1      |
| Profundidade da lâmina d'água local (m)   | ~ 2.182,0   | Item I.1      |
| <b>DADOS DO DESCARTE</b>  |   |               |
| Vazão (bbl/h)   | 2.083,49  | Item II       |
| Fluxo volume descartado (m/s)   | –   | *             |
| Raio da tubulação de descarga (ft)  | 0,67  | Item II       |
| Profundidade descarga (ft)  | Opção 01: 1,64 (acima da superfície);<br>Opção 02: 9,84 (abaixo da superfície);<br>Opção 03: 65,62 (acima da superfície). | Item II       |
| Volume de água descartada (m <sup>3</sup> )   | –   | *             |
| Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal positivo para baixo e negativo para cima) | Opção 01: 90°;<br>Opção 02: 0°;<br>Opção 03: 90°.   | Item II       |
| Azimute de descarga   | –   | *             |
| Duração de descarga (s)   | –   | *             |
| Temperatura do efluente (°C)  | 40  | Item II       |
| Salinidade do efluente  | 35.177,0  | Item II       |
| Densidade efluente (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,029   | Item II       |
| Estrutura da plataforma   | –   | *             |
| <b>DADOS DO AMBIENTE</b>  |   |               |
| <b>Campo próximo</b>  |   |               |
| Intensidade da corrente (m/s)   | 0,0169 – 0,0252   | Item III.1.1  |
| Direção das correntes (°)   | –   | *             |
| Temperatura da água do mar (°)  | 20,74 – 26,09   | Item III.1.1  |
| Salinidade da água do mar   | 36,41 – 36,65   | Item III.1.1  |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,0242 – 1,0260   | Item III.1.1  |
| Altura de onda significativa (ft)   | –   | *             |
| Período de onda significativa (s)   | –   | *             |
| Velocidade de vento (ft/s)  | –   | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C)  | –   | *             |
| Descrição da partícula a modelar  | Composto conservativo   | Item II       |

\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

**Tabela AI-13 - Resumo dos dados de entrada utilizados nas modelagens de dispersão das plumas do efluente da URS a partir do DP de Carioca - continuação.**

|  | DADOS                                    | JUSTIFICATIVA |
|--|--|---------------|
| <b>DADOS DO AMBIENTE (cont.)</b>           |  |               |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Intensidade da corrente (m/s)              | –  | *             |
| Direção das correntes (°)                  | –  | *             |
| Temperatura da água do mar (°)             | –  | *             |
| Salinidade da água do mar                  | –  | *             |
| Densidade do mar (g/cm <sup>3</sup> )      | –  | *             |
| Altura de onda significativa (ft)          | –  | *             |
| Período de onda significativa (s)          | –  | *             |
| Velocidade de vento (ft/sec)               | –  | *             |
| Temperatura do ar à superfície do mar (°C) | –  | *             |
| Descrição da partícula a modelar           | –  | *             |
| Duração da simulação (s)                   | –  | *             |
| <b>DADOS DO EFLUENTE</b>                   |  |               |
| Princípio ativo                            | –  | *             |
| Concentração inicial (ppm)                 | –  | *             |
| CEO (%)                                    | –  | *             |
| CENO (%)                                   | 12,5 (sem biocida);<br>1,56 (com biocda) | Item II       |
| VC (%)                                     | –  | *             |
| <b>DADOS DE SAÍDA DA PLUMA</b>             |  |               |
| <b>Campo próximo</b>                       |  |               |
| Espessura (m)                              | 2,7 – 4,1                                | Item III.1.5  |
| Comprimento (m)                            | 31,8 – 101,2                             | Item III.1.5  |
| Profundidade (m)                           | 18,2 – 27,0                              | Item III.1.5  |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |
| <b>Campo afastado</b>                      |  |               |
| Espessura (m)                              | –  | *             |
| Comprimento (m)                            | –  | *             |
| Profundidade (m)                           | –  | *             |
| Concentração (ppm)                         | –  | *             |

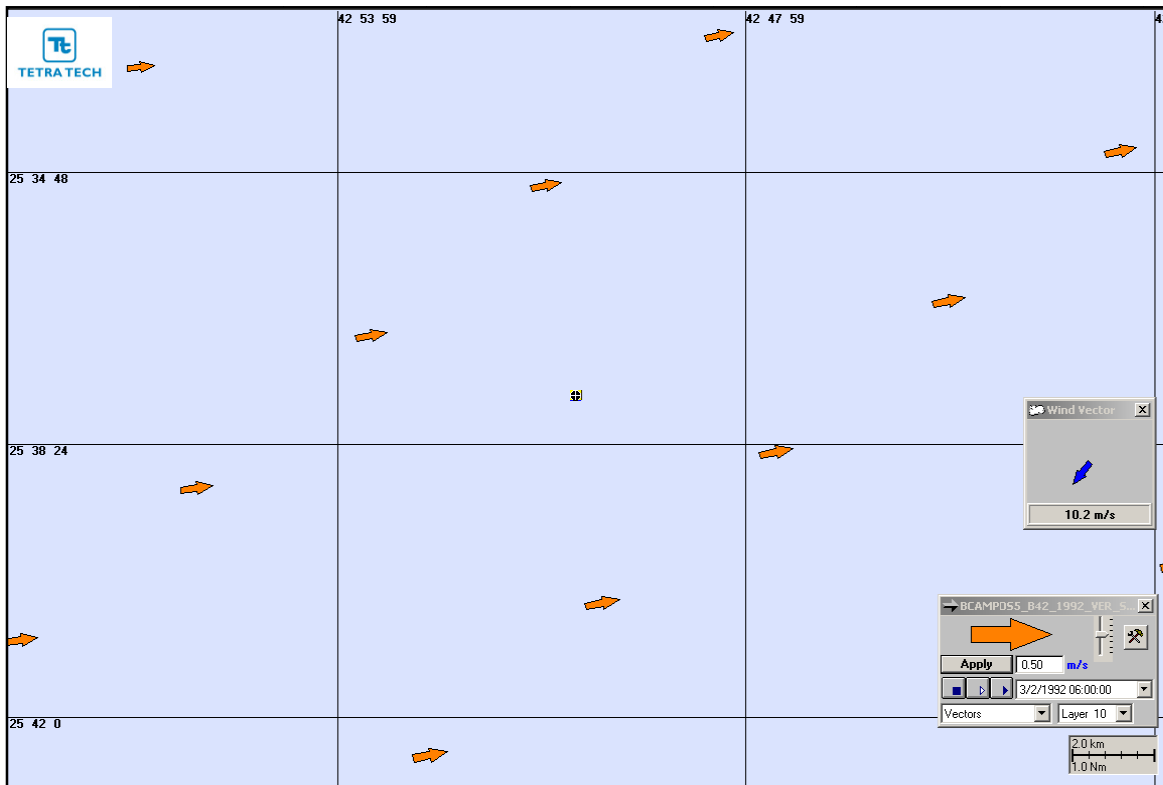
\* Informação não necessária ou não utilizada na modelagem.

## **APÊNDICE II    CONDIÇÕES DOS INSTANTES INICIAIS DAS SIMULAÇÕES DETERMINÍSTICAS CRÍTICAS**

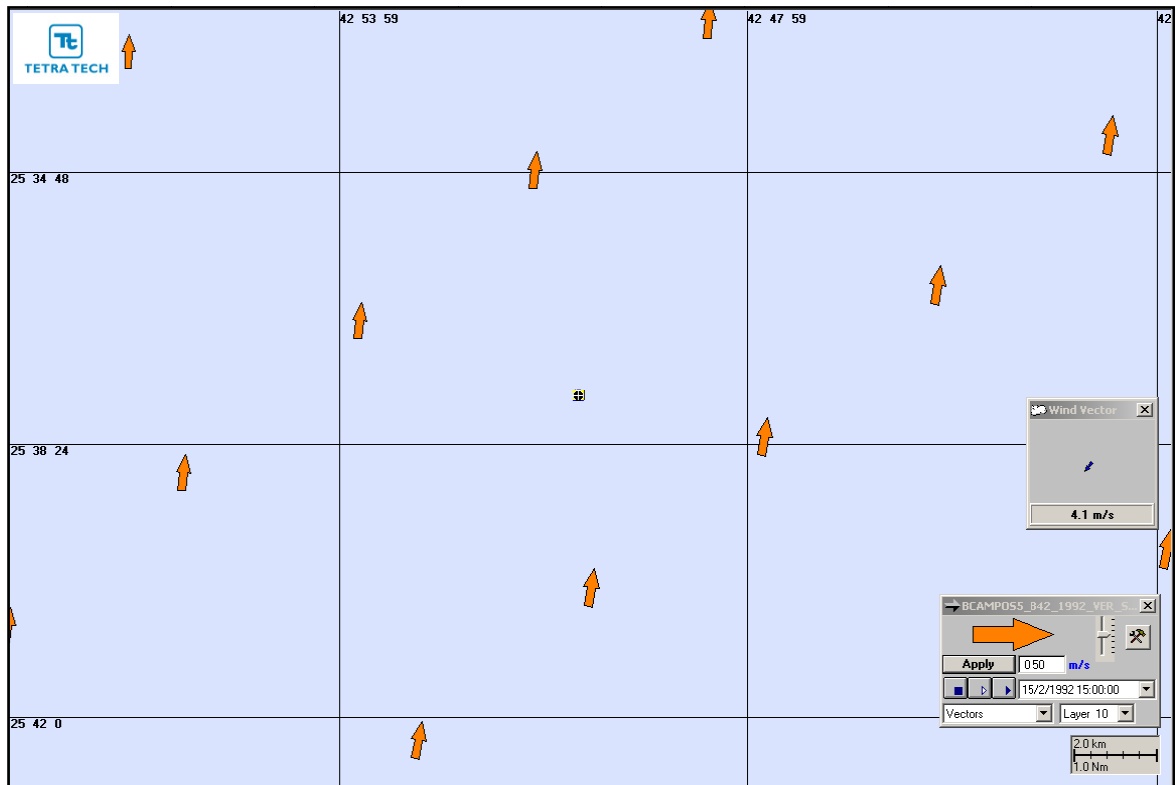
As figuras a seguir apresentam as condições meteorológicas e oceanográficas referentes aos instantes iniciais das simulações determinísticas críticas do pior caso do descarte de efluentes da unidade dessulfatadora (Unidade de Remoção de Sulfatos - URS), a partir de cada DP tratado neste estudo.

Para todas as figuras, o vetor azul localizado na legenda representa a direção e intensidade do vento (a intensidade do vetor do vento pode ser visualizada na legenda). Já os vetores laranja representam a direção e intensidade do campo de correntes correspondente à profundidade de descarte da água produzida. A intensidade do vetor representado na legenda é de 0,50 m/s, dessa forma, vetores no campo com uma representação menor do que a da legenda representam intensidades inferiores a 0,50 m/s, ao passo que vetores maiores representam intensidades superiores a 0,50 m/s.

A Figura AII-1 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação determinística crítica, para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Sul, que apresentou as maiores concentrações (*i.e.* menores diluições) nas proximidades do ponto de descarte para o período de verão. Já a Figura AII-2 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação que atingiu as maiores distâncias a partir do ponto de descarte para o período de verão.



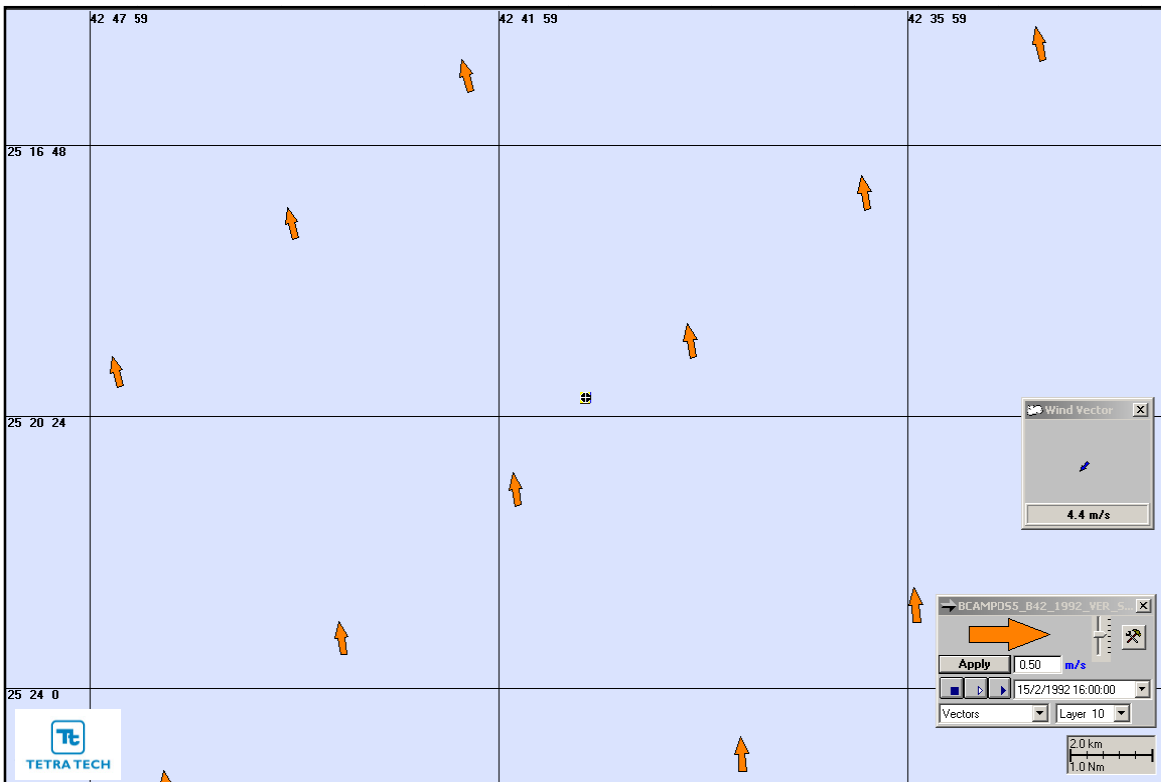
**Figura AII-1** - Condições utilizadas na simulação de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Sul: corrente para ENE e vento de NE.



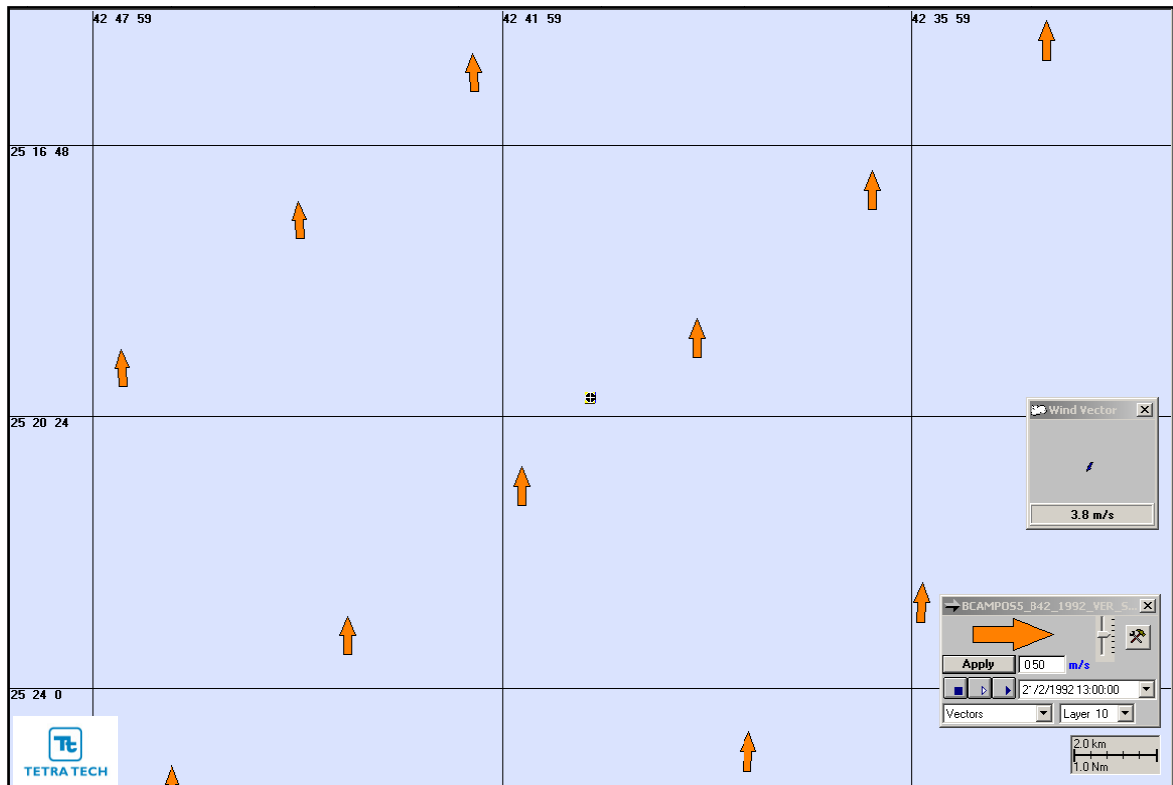
**Figura All-2** - Condições utilizadas na simulação de verão (maior distância a partir do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Sul: corrente para N e vento de NE.

A Figura AII-3 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação determinística crítica, para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Norte, que apresentou as maiores concentrações (*i.e.* menores diluições) nas proximidades do ponto de descarte para o período de verão.

A Figura AII-4 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação que atingiu as maiores distâncias a partir do ponto de descarte para o período de verão.

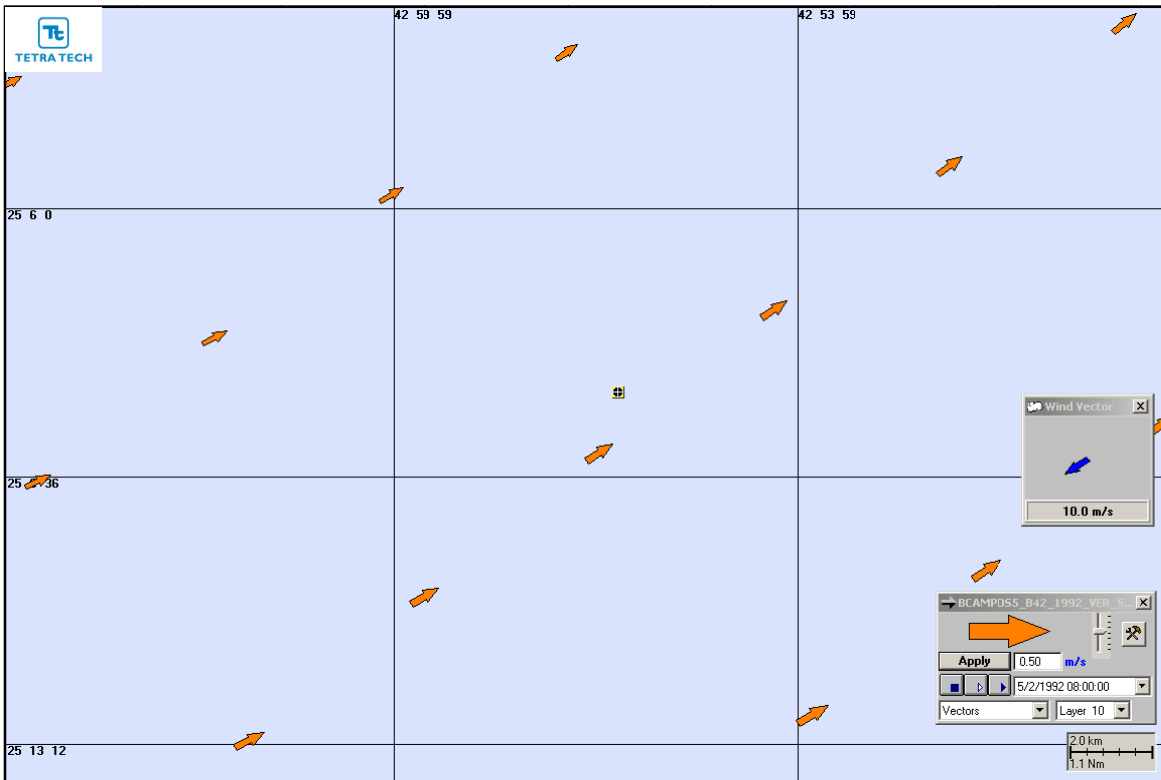


**Figura AII-3** - Condições utilizadas na simulação de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Norte: corrente para NNW e vento de NE.



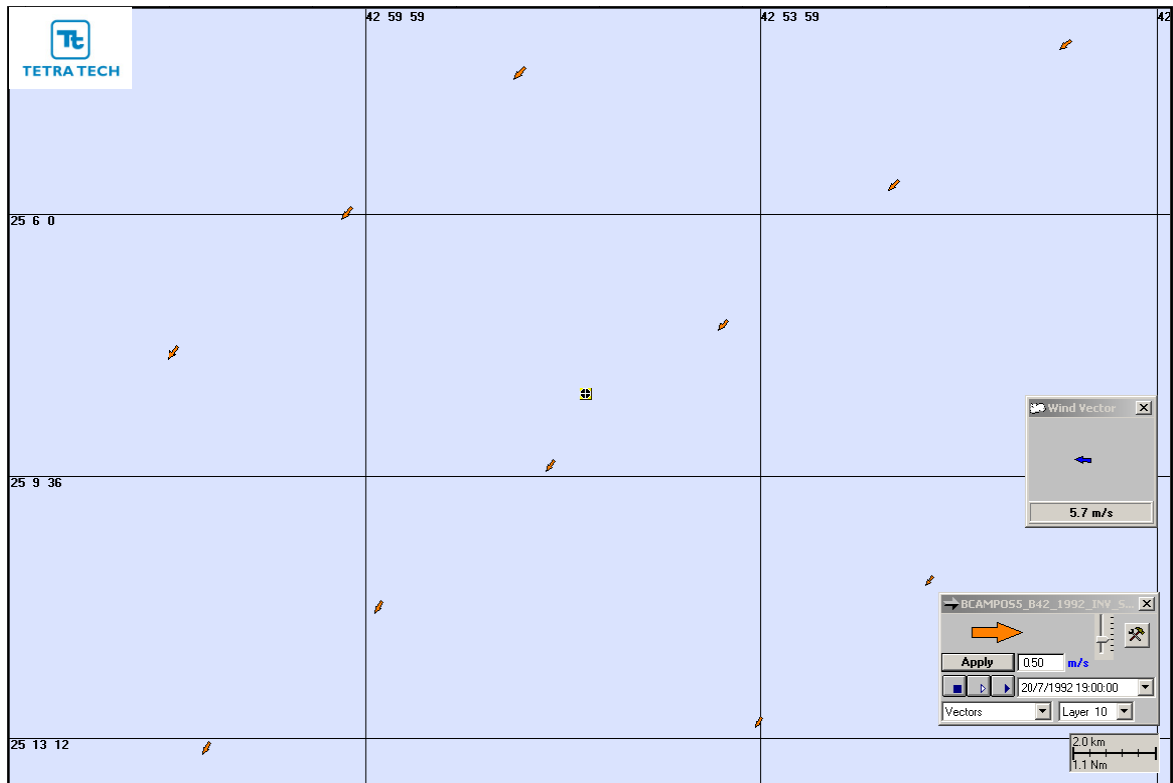
**Figura AII-4** - Condições utilizadas na simulação de verão (maior distância a partir do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Norte: corrente para N e vento de NE.

A Figura AII-5 e a Figura AII-6 apresentam as condições referentes ao instante inicial da simulação determinística crítica, para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte, que apresentou as maiores concentrações (*i.e.* menores diluições) nas proximidades do ponto de descarte para o período de verão e inverno, respectivamente.



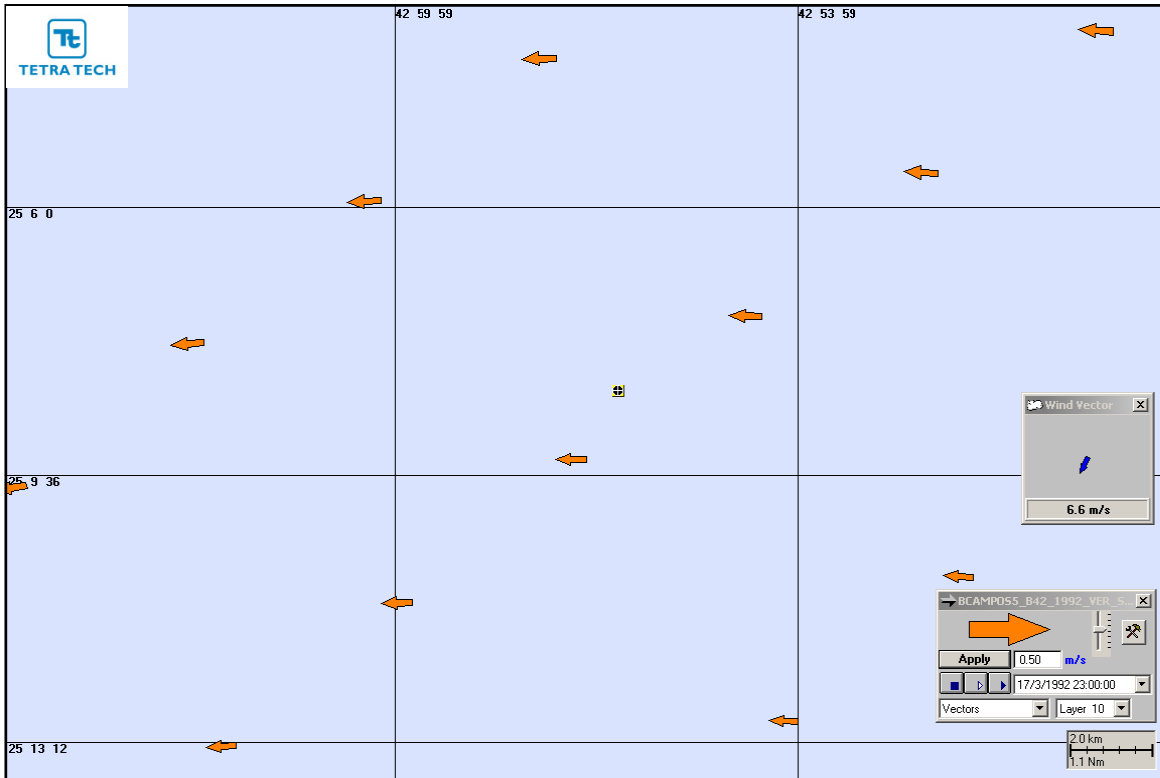
**Figura AII-5** - Condições utilizadas na simulação de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte: corrente para NE e vento de NE.



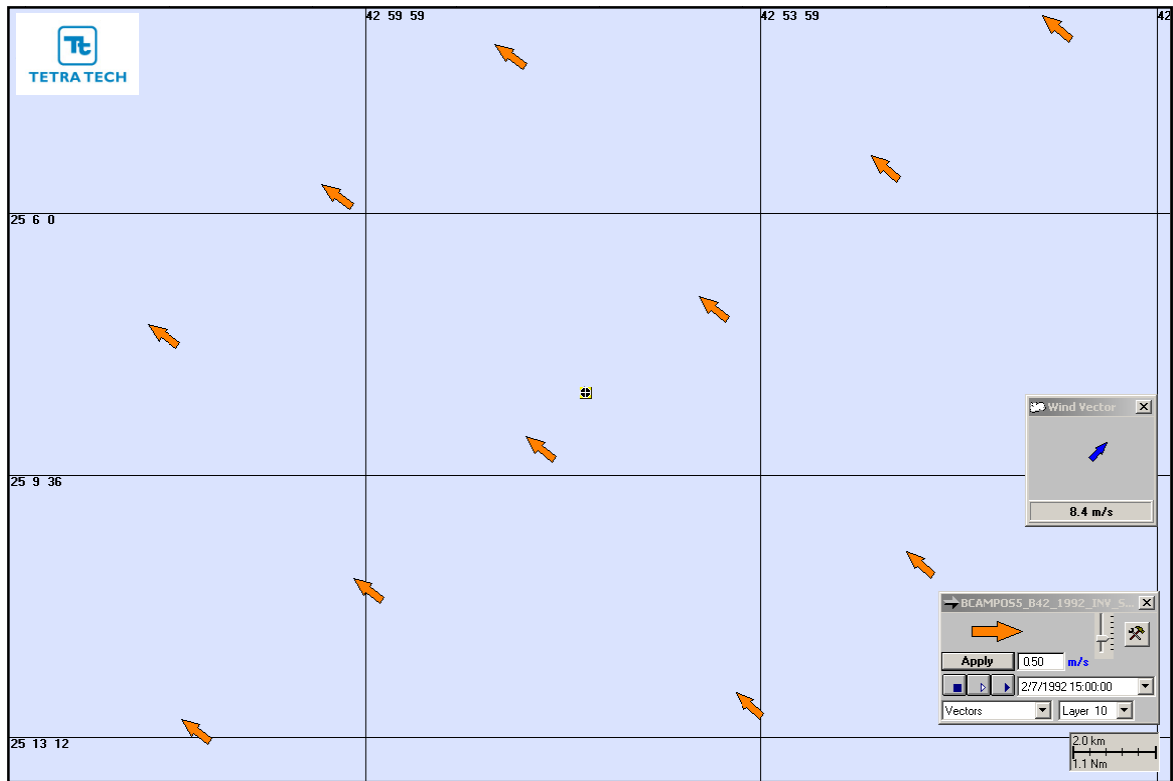


**Figura AII-6** - Condições utilizadas na simulação de inverno (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte: corrente para SW e vento de E.

A Figura AII-7 e a Figura AII-8 apresentam as condições referentes ao instante inicial da simulação do descarte do efluente da URS, a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte, que atingiu as maiores distâncias a partir do ponto de descarte para o período de verão e inverno, respectivamente.



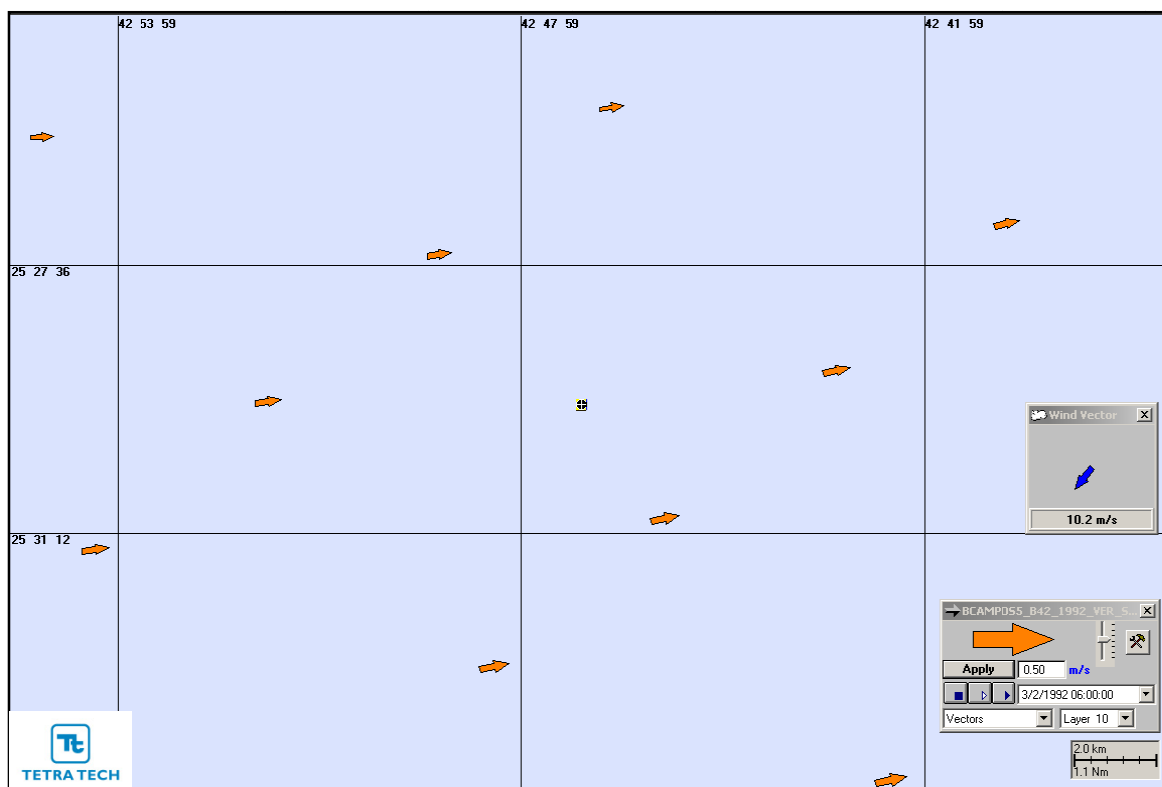
**Figura AII-7** - Condições utilizadas na simulação de verão (maior distância a partir do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte: corrente para W e vento de NE.



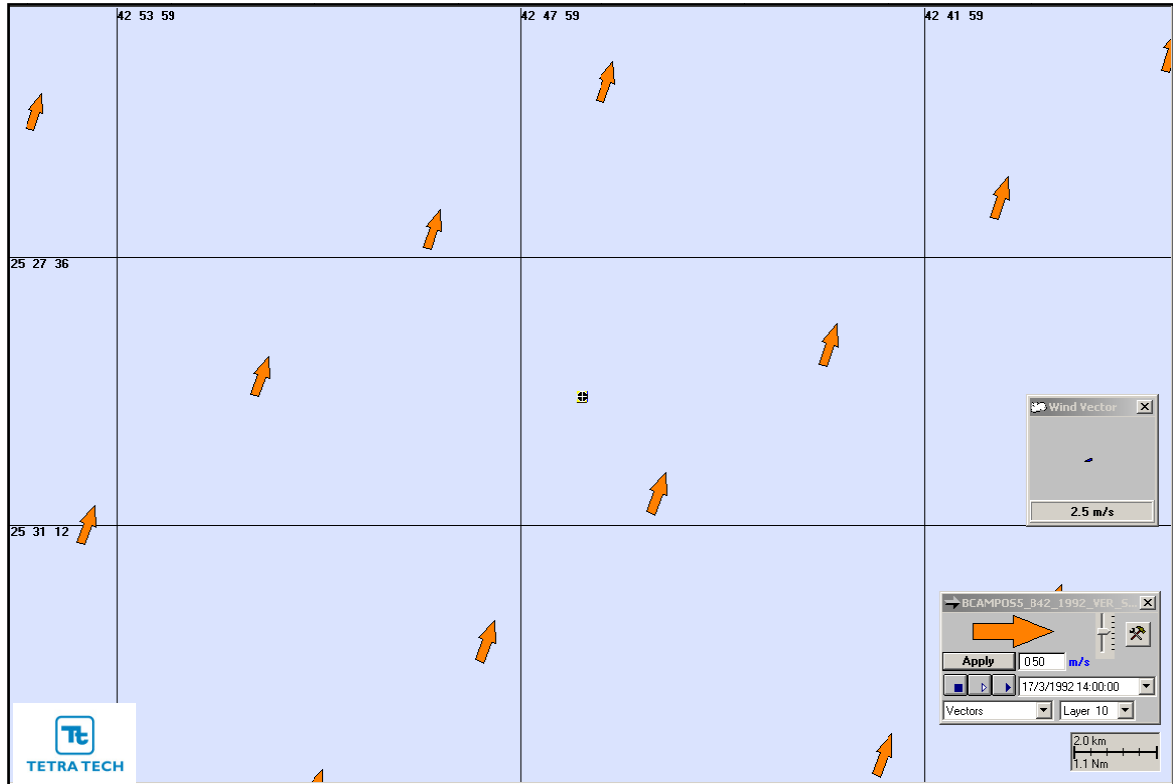
**Figura AII-8 - Condições utilizadas na simulação de inverno (maior distância a partir do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Área de Iracema Norte: corrente para NW e vento de SW.**

A Figura All-9 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação determinística crítica, para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Central, que apresentou as maiores concentrações (*i.e.* menores diluições) nas proximidades do ponto de descarte para o período de verão.

A Figura All-10 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação do descarte do efluente da URS do DP de Lula Central que atingiu as maiores distâncias a partir do ponto de descarte para o período de verão.



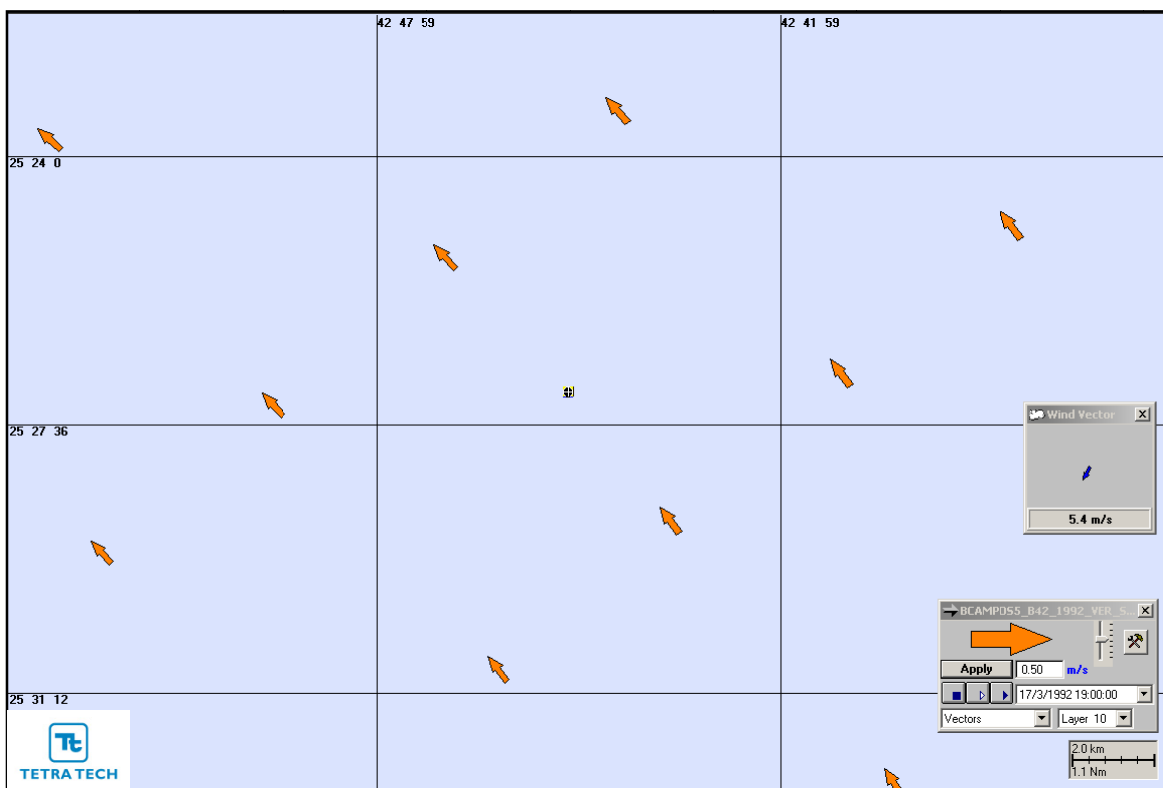
**Figura All-9** - Condições utilizadas na simulação de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Central: corrente para ENE e vento de NE.



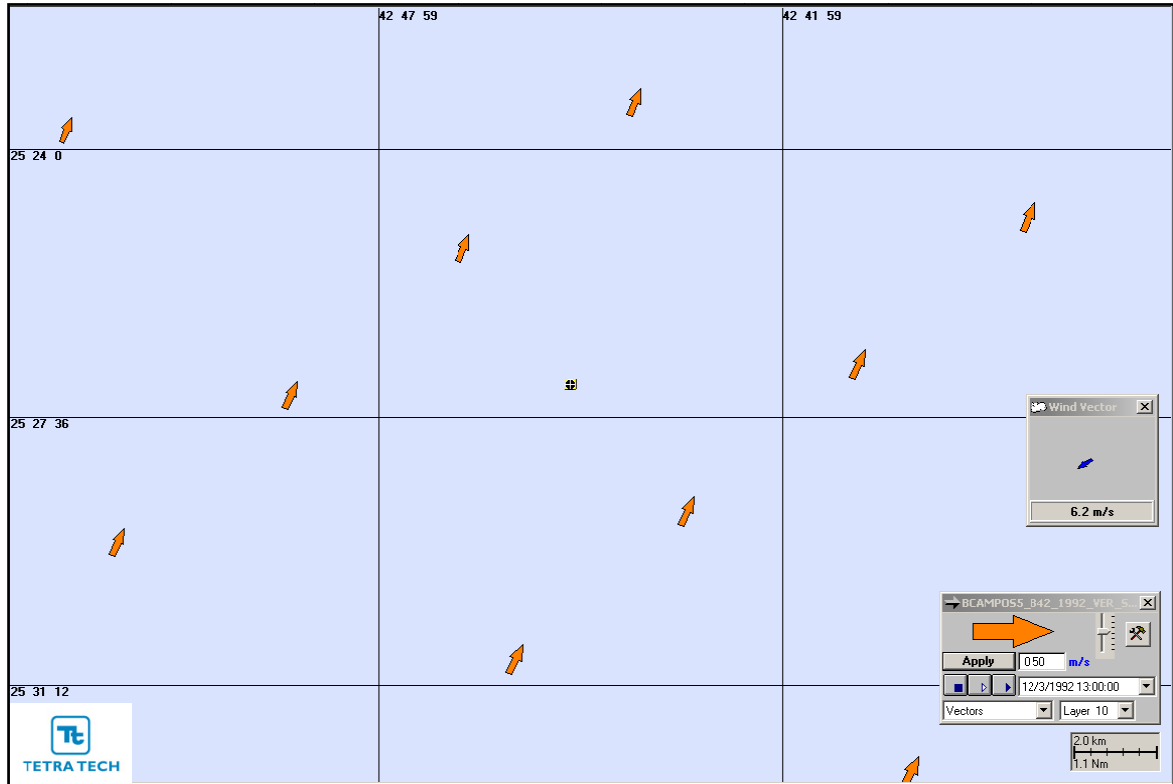
**Figura AII-10** - Condições utilizadas na simulação de verão (maior distância a partir do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Central: corrente para NNE e vento de ENE.

A Figura All-11 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação determinística crítica, do descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Alto, que apresentou as maiores concentrações (*i.e.* menores diluições) nas proximidades do ponto de descarte para o período de verão.

A Figura All-12 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação do descarte do efluente da URS do DP de Lula Alto que atingiu as maiores distâncias a partir do ponto de descarte para o período de verão.



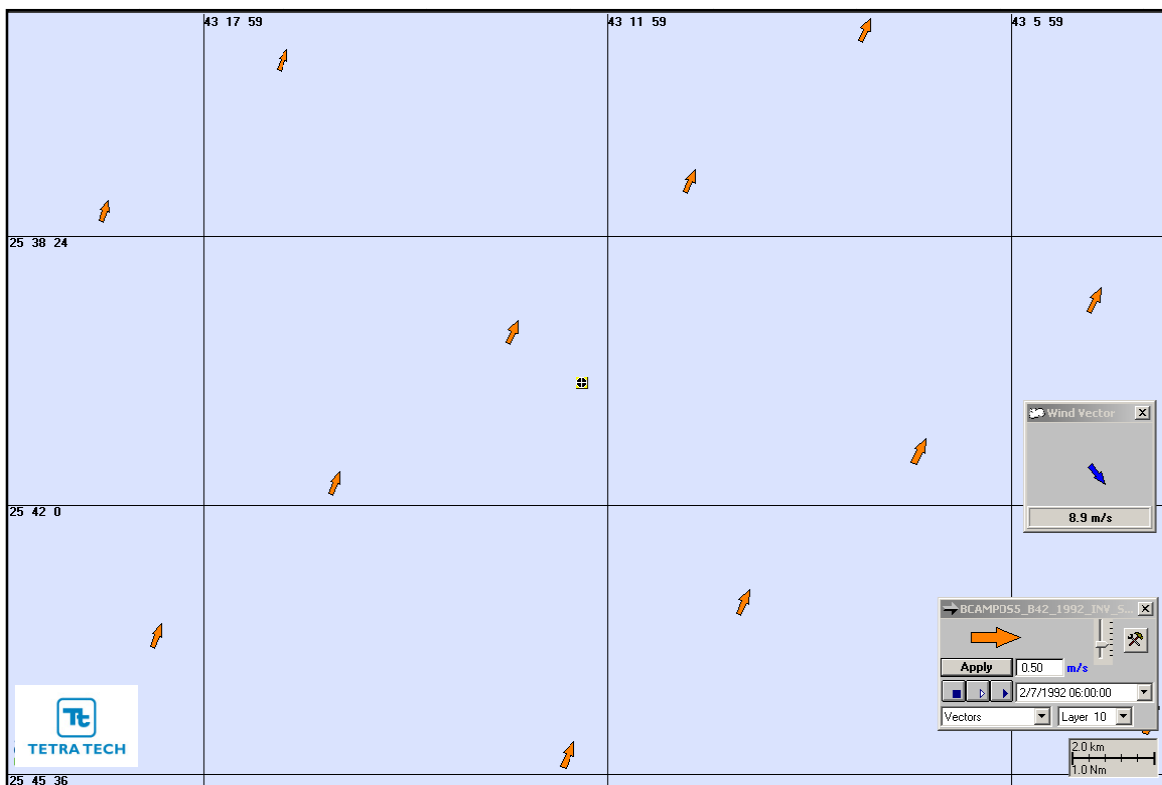
**Figura All-11** - Condições utilizadas na simulação de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Alto: corrente para NW e vento de NE.



**Figura AII-12** - Condições utilizadas na simulação de verão (maior distância a partir do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Lula Alto: corrente para NE e vento de ENE.

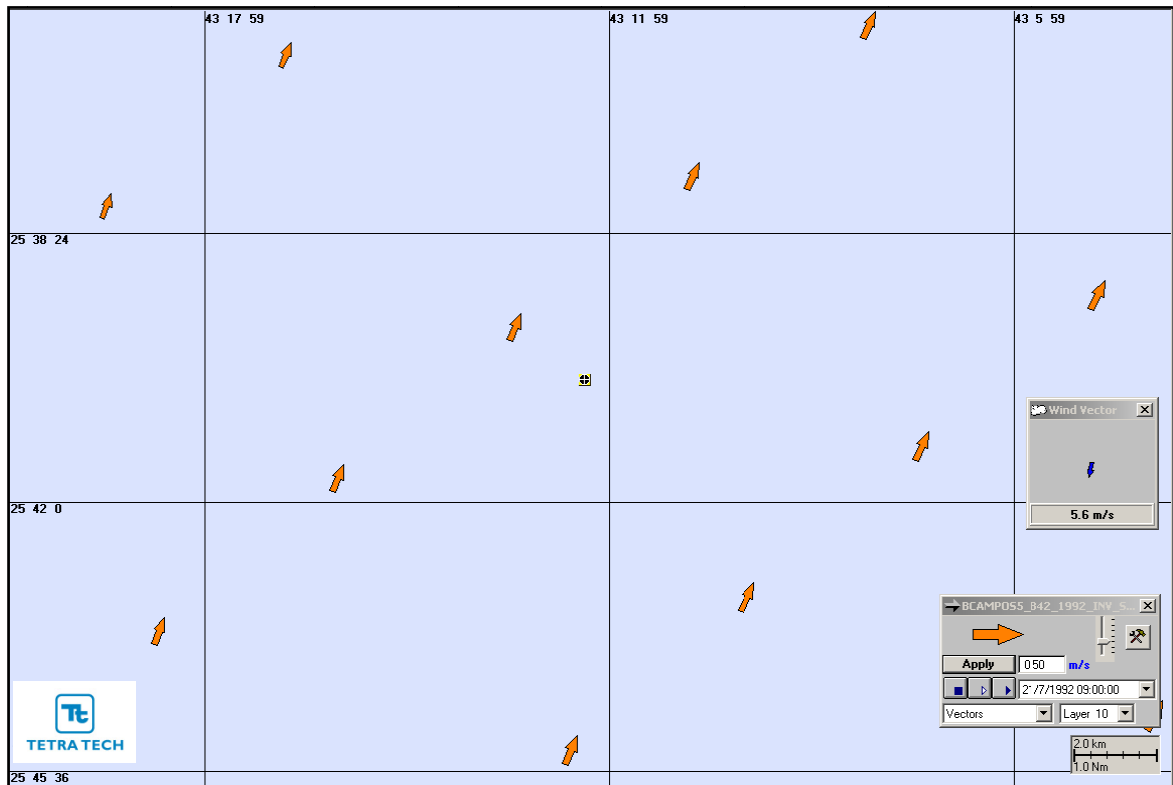
A Figura All-13 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação determinística crítica, para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Sapinhoá Norte, que apresentou as maiores concentrações (*i.e.* menores diluições) nas proximidades do ponto de descarte para o período de inverno.

A Figura All-14 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação do descarte do efluente da URS do DP de Sapinhoá Norte que atingiu as maiores distâncias a partir do ponto de descarte para o período de inverno.



**Figura All-13** - Condições utilizadas na simulação de inverno (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Sapinhoá Norte: corrente para NNE e vento de NW.

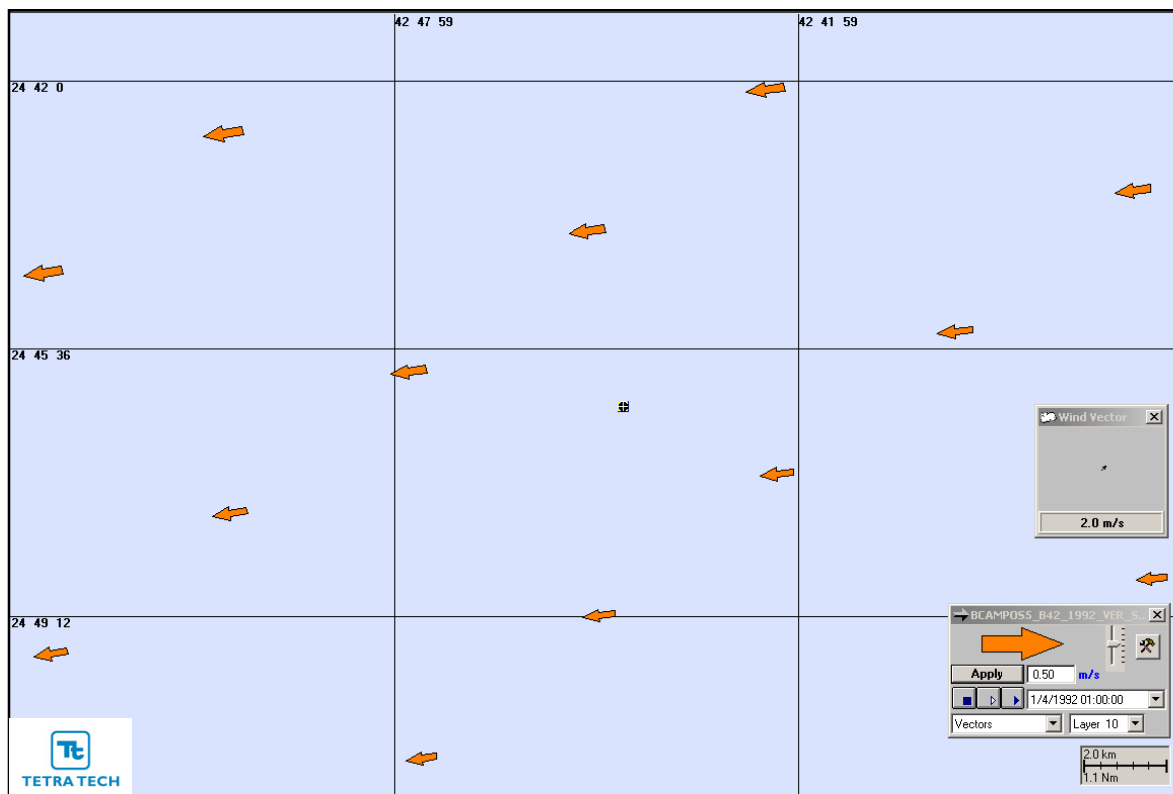




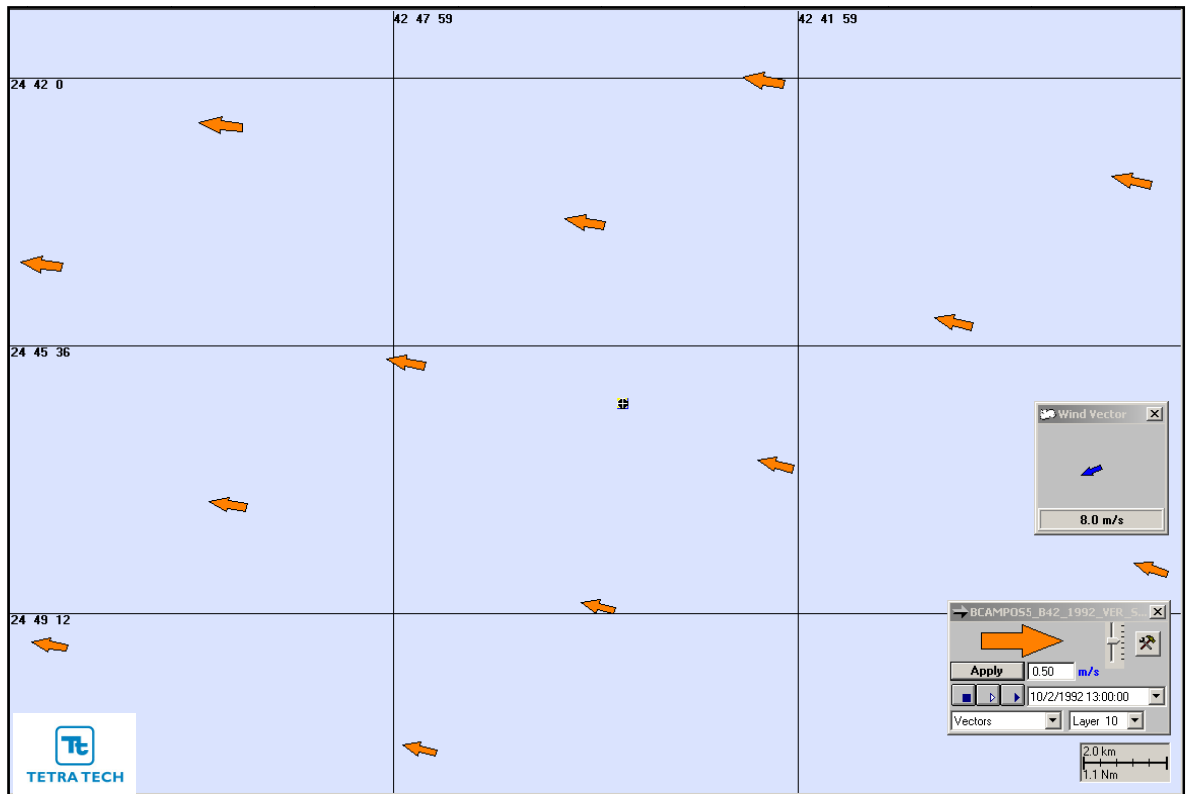
**Figura AII-14** - Condições utilizadas na simulação de inverno (maior distância a partir do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Sapinhoá Norte: corrente para NNE e vento de NNE.

A Figura All-15 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação determinística crítica para o descarte do efluente da URS, a partir do DP de Franco SW, que apresentou as maiores concentrações (*i.e.* menores diluições) nas proximidades do ponto de descarte para o período de verão.

A Figura All-16 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação do descarte do efluente da URS do DP de Franco SW que atingiu as maiores distâncias a partir do ponto de descarte para o período de verão.



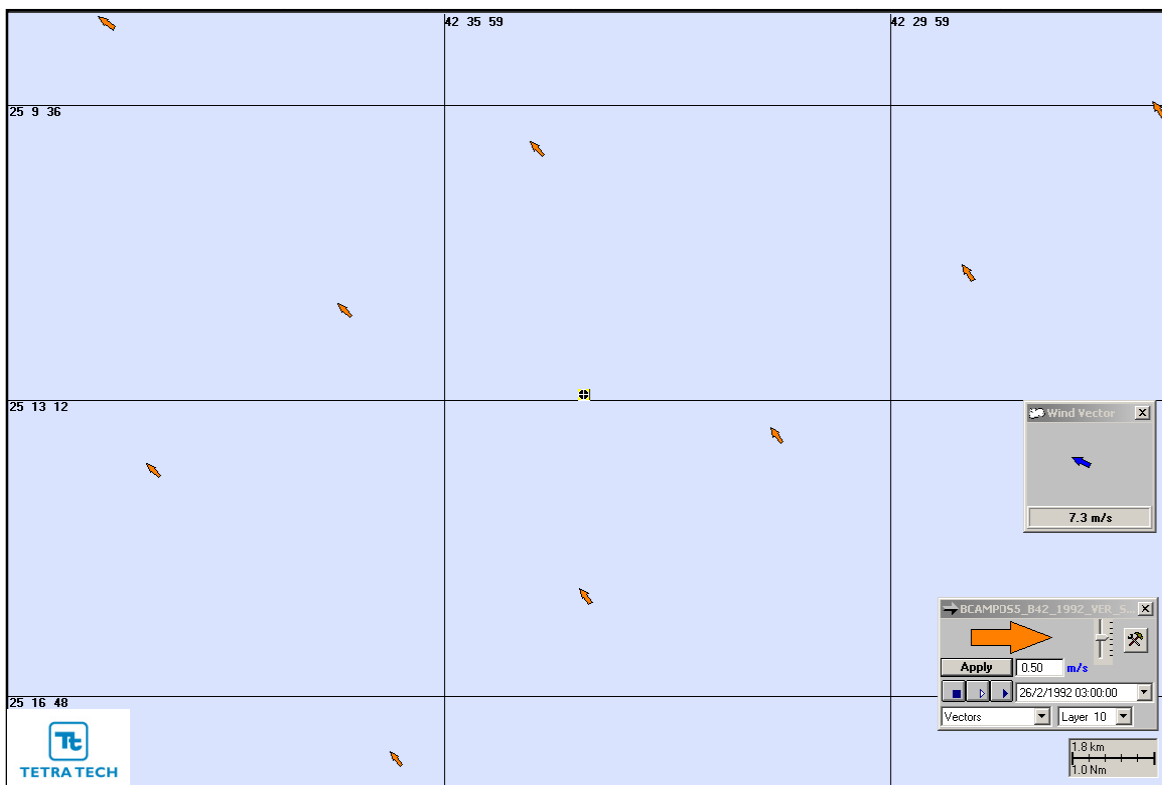
**Figura All-15** - Condições utilizadas na simulação de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco SW: correnteza para WSW e vento de SW.



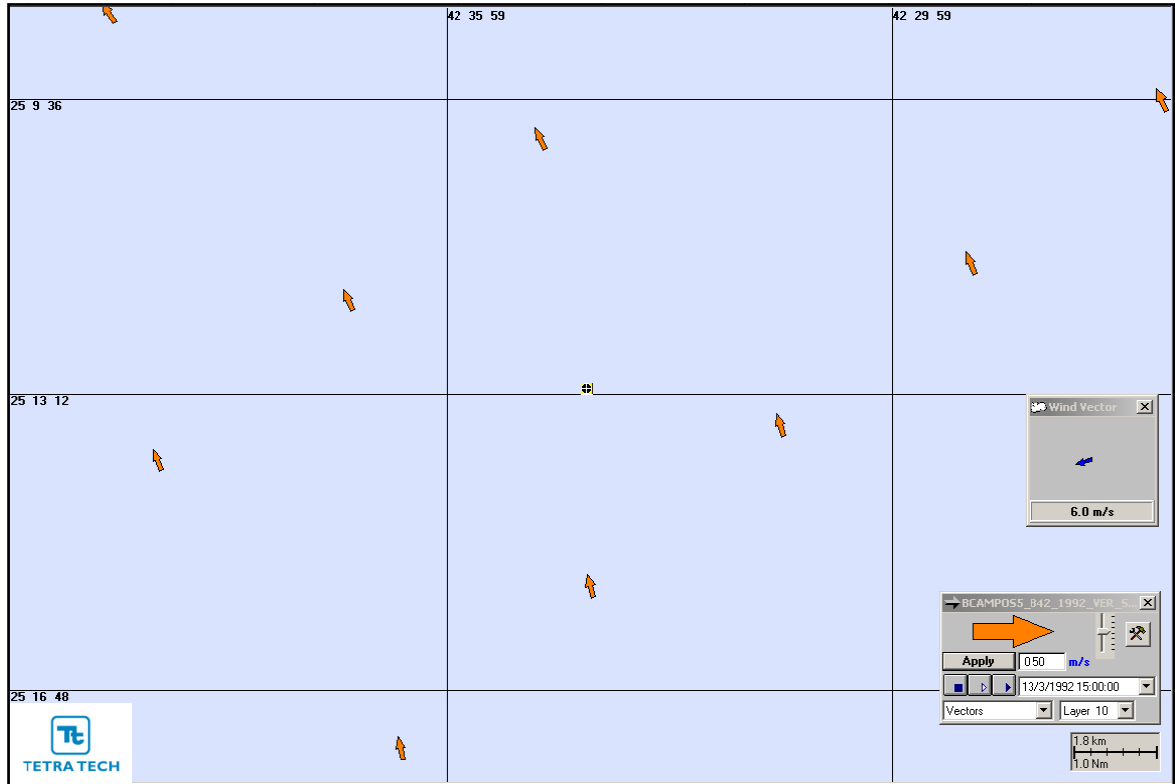
**Figura All-16 - Condições utilizadas na simulação de verão (maior distância a partir do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco SW: corrente para WNW e vento de ENE.**

A Figura All-17 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação determinística crítica do descarte do efluente da URS, a partir do DP de Franco Sul, que apresentaram as maiores concentrações (*i.e.* menores diluições) nas proximidades do ponto de descarte para o período de verão.

A Figura All-18 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação do descarte do efluente da URS do DP de Franco Sul que atingiu as maiores distâncias a partir do ponto de descarte para o período de verão.

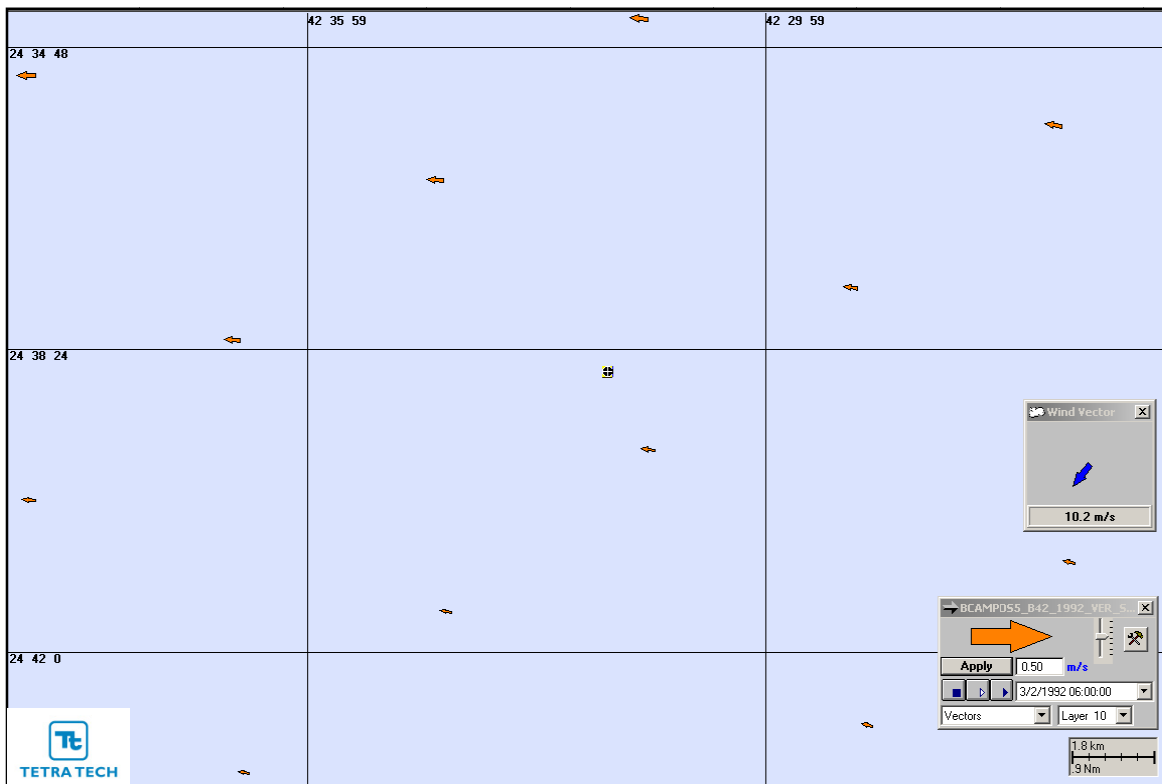


**Figura All-17** - Condições utilizadas na simulação de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco Sul: corrente para NW e vento de ESE.

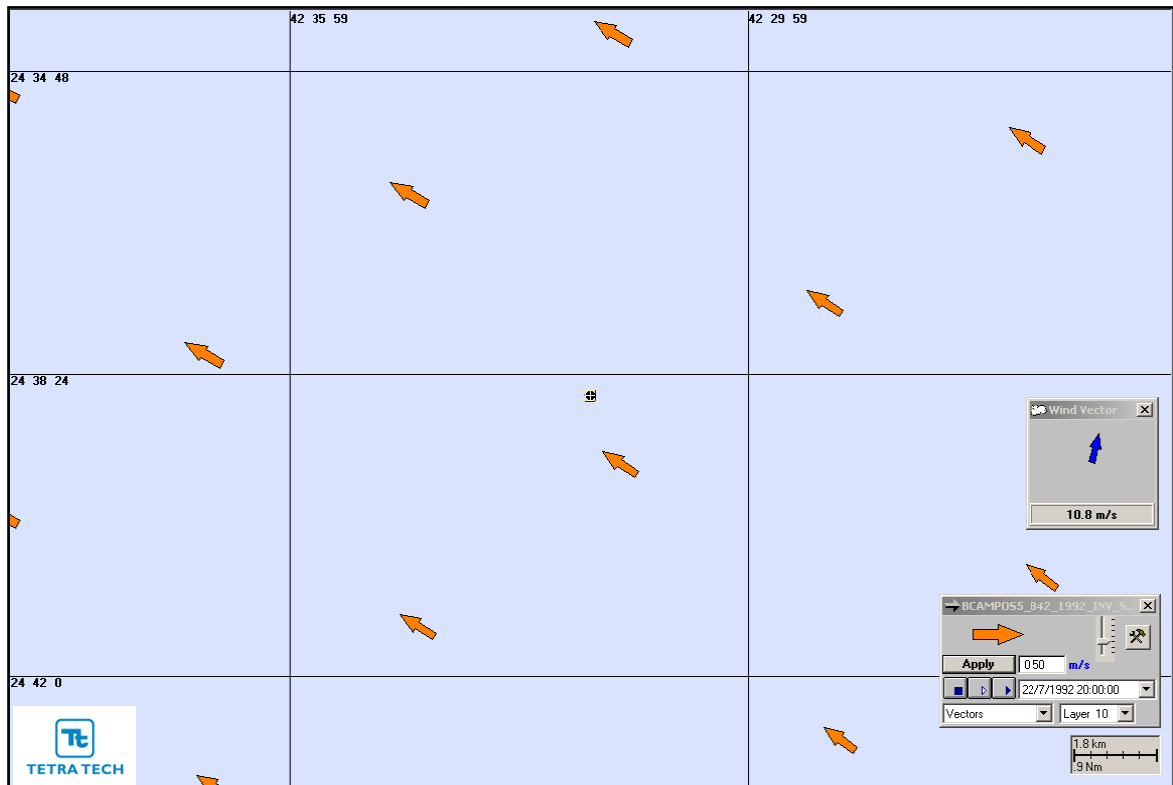


**Figura AII-18** - Condições utilizadas na simulação de verão (maior distância a partir do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco Sul: corrente para NNW e vento de ENE.

A Figura All-19 e a Figura All-20 apresentam as condições referentes ao instante inicial das simulações determinísticas críticas do descarte do efluente da URS, a partir do DP de Franco 1, que apresentaram as maiores concentrações (*i.e.* menores diluições) nas proximidades do ponto de descarte para os períodos de verão e inverno, respectivamente.

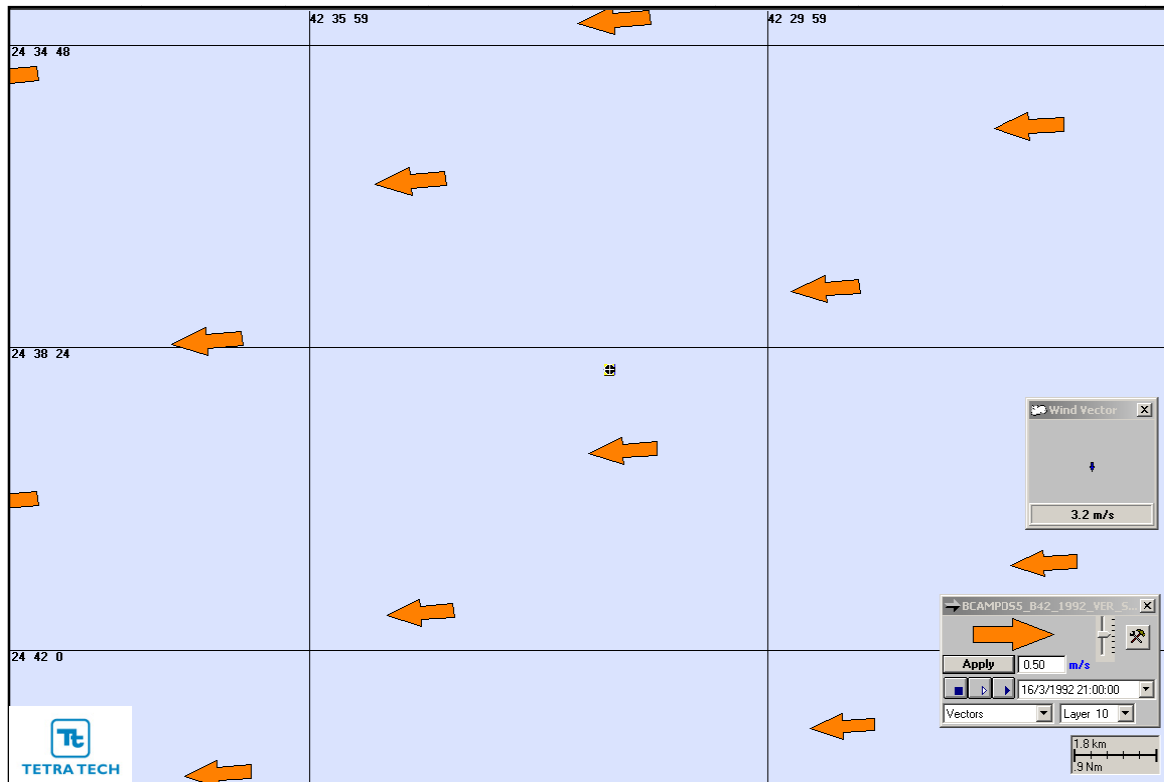


**Figura All-19** - Condições utilizadas na simulação de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco 1: corrente para WNW e vento de NE.



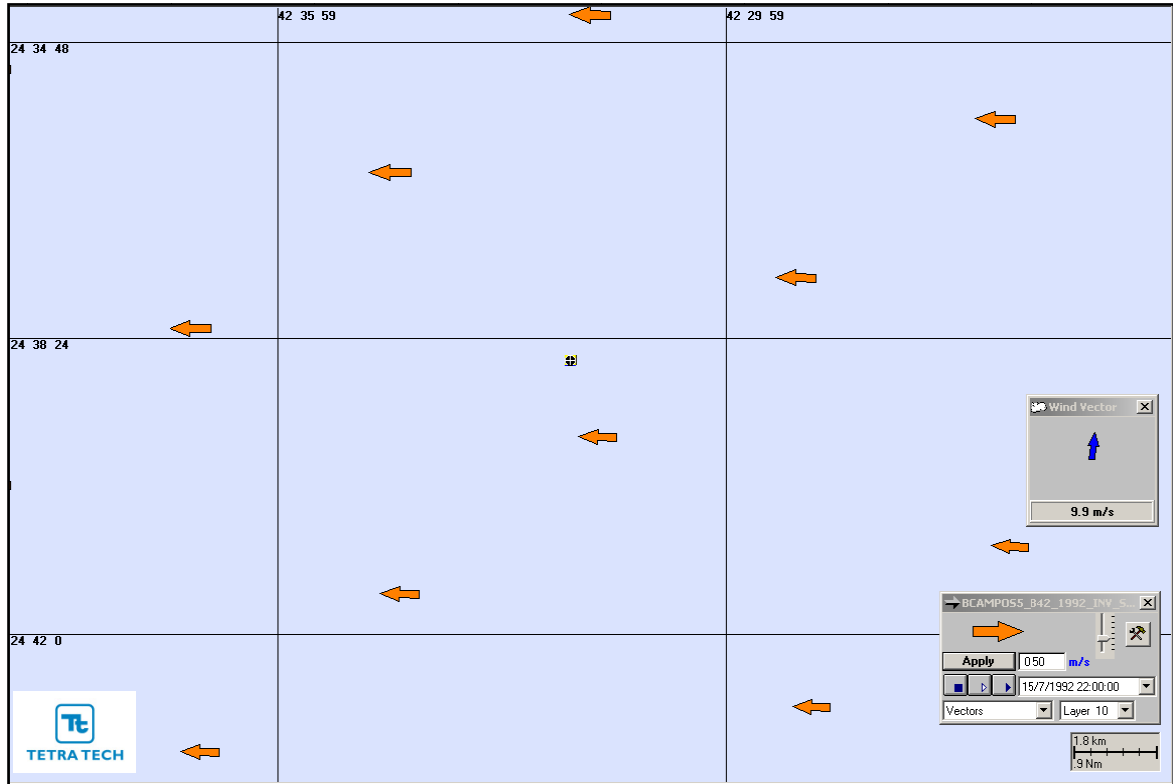
**Figura AII-20** - Condições utilizadas na simulação de inverno (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco 1: corrente para NW e vento de SSE.

A Figura All-21 e a Figura All-22 apresentam as condições referentes ao instante inicial das simulações do descarte do efluente da URS, a partir do DP de Franco 1, que atingiram as maiores distâncias a partir do ponto de descarte para os períodos de verão e inverno, respectivamente.



**Figura All-21** - Condições utilizadas na simulação de verão (maior distância a partir do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco 1: corrente para E e vento de N.

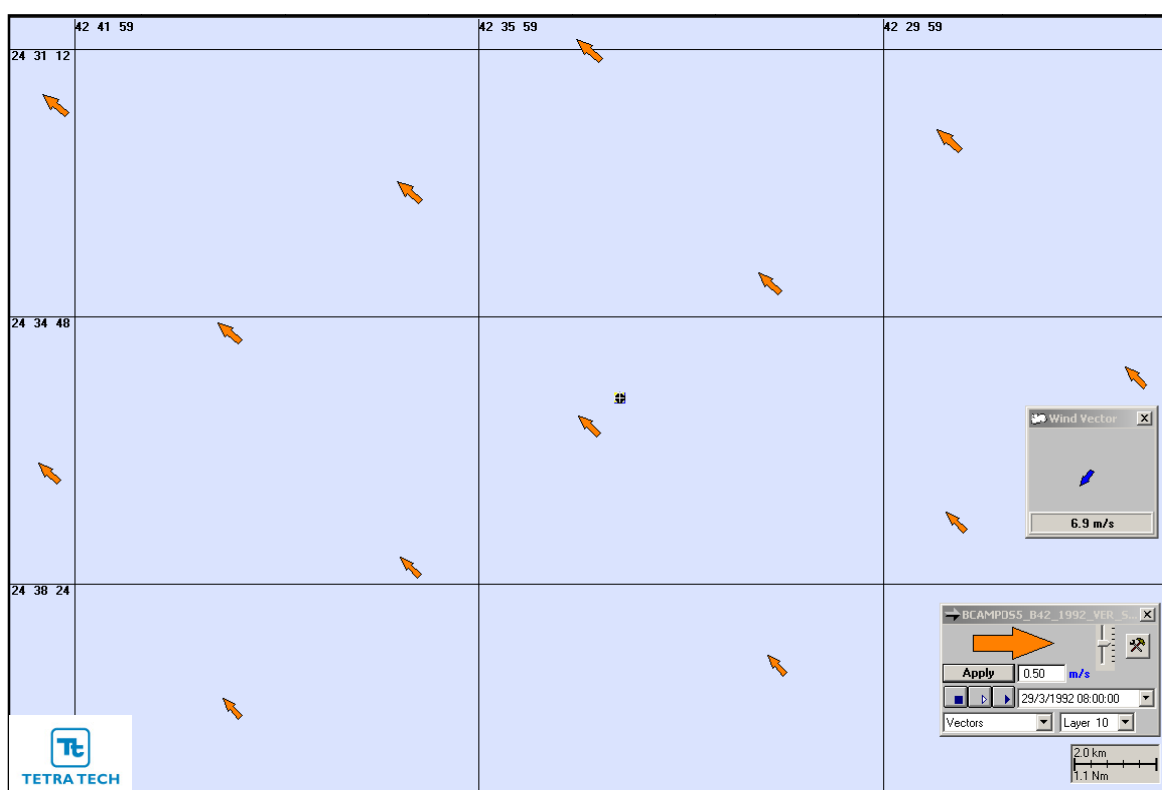




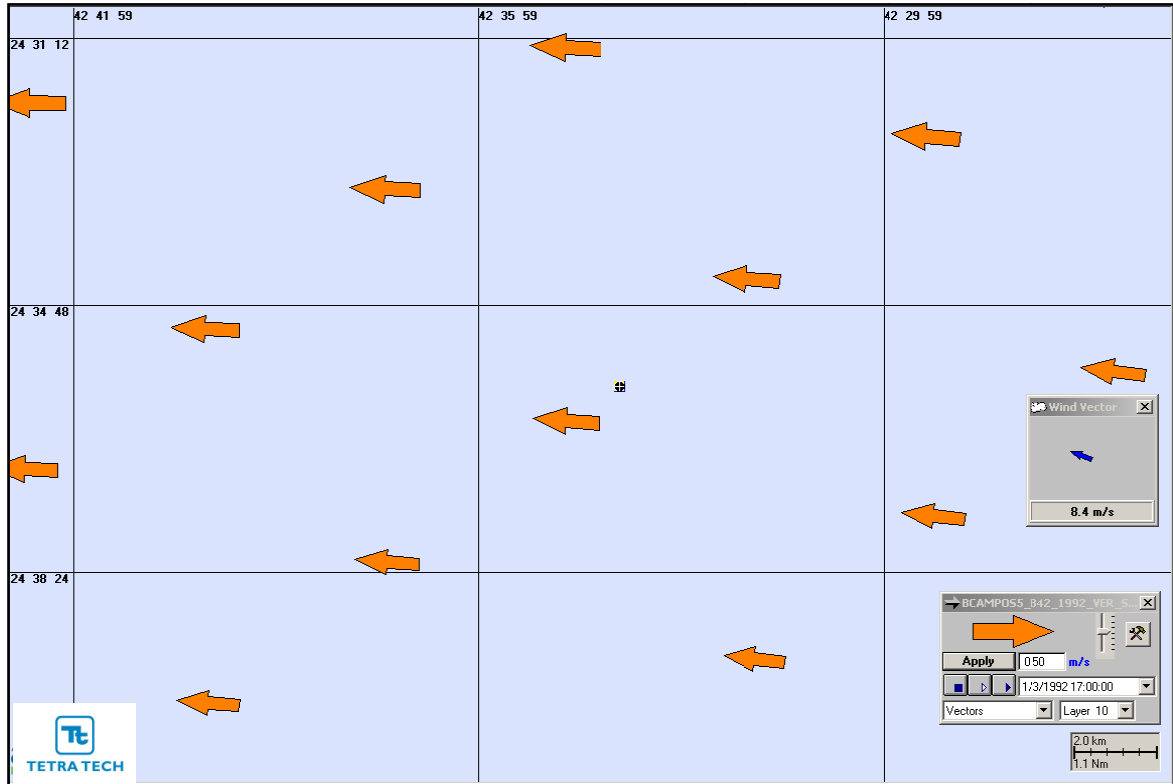
**Figura AII-22-** Condições utilizadas na simulação de inverno (maior distância a partir do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco 1: corrente para E e vento de S.

A Figura All-23 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação determinística crítica descarte do efluente da URS, a partir do DP de Franco NW, que apresentaram as maiores concentrações (*i.e.* menores diluições) nas proximidades do ponto de descarte para o período de verão.

A Figura All-24 apresenta as condições referentes ao instante inicial da simulação do descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco NW que atingiu as maiores distâncias a partir do ponto de descarte para o período de verão.



**Figura All-23** - Condições utilizadas na simulação de verão (menor diluição nas proximidades do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco NW: corrente para NW e vento de NE.



**Figura AII-24 - Condições utilizadas na simulação de verão (maior distância a partir do ponto de descarte) para o descarte do efluente da URS a partir do DP de Franco NW: corrente para W e vento de ESE.**



## ANEXO A - DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MODELOS CORMIX

O CORMIX (*Cornell Mixing Zone Expert System*), desenvolvido na *Cornell University*, é um sistema de modelos computacionais desenvolvido para a análise, previsão e planejamento do descarte de efluentes em diferentes corpos d'água (JIRKA *et al.*, 1996). Este modelo possui aprovação do órgão ambiental dos EUA, e é utilizado em consultorias e órgãos ambientais de vários outros países (entre eles a CETESB de São Paulo).

A ênfase do sistema se dá na previsão da geometria e das características de diluição da zona de mistura inicial, permitindo que valores aceitáveis de qualidade de água sejam calculados e discutidos.

Embora sua metodologia considere condições ambientais estacionárias (descarte contínuo, profundidade, intensidade e direção de correntes constantes), o sistema representa uma ferramenta adequada de previsões qualitativas (e.g., classificação de fluxos) e quantitativas (e.g., taxas de diluição, trajetórias) dos processos de misturas resultantes de diferentes configurações de descartes, e em vários tipos de corpos d'água, incluindo rios, lagos, reservatórios, estuários e águas costeiras.

Estas simplificações dinâmicas se justificam uma vez que os processos do campo próximo possuem durações curtas e ocorrem em curtas distâncias, não exigindo dessa forma, da representação da dinâmica local que ocorre em escalas maiores.

O CORMIX é composto por três subsistemas:

- (a) CORMIX1, para a análise de lançamentos pontuais abaixo da superfície (*submerged single port discharges*) e utilizado no presente estudo;
- (b) CORMIX2, para a análise de múltiplos lançamentos pontuais (difusores multiorifícios) abaixo da superfície (*submerged multiport diffuser discharges*);
- (c) CORMIX3, para a análise de lançamentos superficiais (*surface discharges*) não submersos e com escoamento de superfície livre (*i.e.* canais).

---

## **A.1 BIBLIOGRAFIA**

JIRKA, G.H.; R.L. DONEKER & S.W. HINTON, 1996. User's manual for CORMIX. A hydrodynamic mixing zone model and decision support system for pollutant discharges into surface waters. U.S. Environmental Protection Agency. 152pp.

## **ANEXO B - DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MODELOS CHEMMAP**

O CHEMMAP, desenvolvido pela ASA, é um sistema de modelos que pode ser utilizado em Análises de Riscos, Planos de Contingência, Planos de Emergência com acompanhamento em tempo real, Relatório de Controle Ambiental (RCA), e Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) decorrentes de derrames acidentais de produtos químicos, do descarte de efluentes, e do descarte de água produzida associado às operações de óleo e gás (FRENCH, 2001; FRENCH *et al.*, 2002) em qualquer região do mundo.

### **B.1 DESCRIÇÃO DO MODELO CHEMMAP**

O CHEMMAP foi projetado em uma configuração modular na forma que diferentes tipos de modelos, bem como um conjunto de ferramentas sofisticadas de dados ambientais, possam ser acoplados dependendo do problema e situação em estudo. Através de sua interface gráfica, o CHEMMAP permite ao usuário a especificação dos cenários; animação das trajetórias, correntes e vento; importar e exportar dados ambientais; a definição da grade computacional para qualquer área dentro do domínio; gerar correntes médias ou de maré; incluir ou editar as características dos produtos químicos registrados no banco de dados; apresentar dados contidos em um SIG; e determinar o impacto ambiental em recursos naturais. As funções do SIG permitem ao usuário a entrada, manipulação e exibição de objetos na tela através de pontos, linhas e polígonos georreferenciados ao domínio definido pelo cenário. A cada objeto podem ser atribuídos dados em formato de texto, valores numéricos ou arquivos a partir de *links* externos.

O sistema CHEMMAP inclui os seguintes modelos: um modelo tridimensional de deriva e intemperismo, um modelo de impactos biológicos e um modelo probabilístico.

Para a elaboração de cenários de deriva deve ser definido um conjunto de duas grades computacionais, sobrepostas ao mapa digital da área de estudo. Uma das grades, compreendendo apenas a região de água, define o campo de

circulação, podendo neste caso ser baseada em resultados de um modelo hidrodinâmico implementado na região de estudo. A outra grade pode ser uma grade *land-water* ou uma grade *habitat/depth*. A grade *land-water* define quais as células ou blocos correspondem à área de terra e quais à área de água, com a interface definida pela linha de costa. A linha de costa é representada por uma série de blocos que limita a extensão em que a mancha de químicos pode se movimentar em uma determinada direção, dependendo do tipo de costa (costões rochosos, praias, etc.). A grade *habitat/depth* alia a mesma funcionalidade da grade *land-water*, com informações de batimetria na área definida como água e os *habitats* correspondentes aos determinados tipos de costa (bancos de corais, manguezais, etc.).

O modelo de trajetória estima a distribuição do produto (massa e concentração) na superfície da água, em linhas de costa, na coluna d'água e nos sedimentos. O modelo tem estrutura tridimensional que simula, separadamente, a mancha superficial, as parcelas na coluna d'água, as parcelas do composto químico puro, as parcelas adsorvidas ao material particulado em suspensão e as parcelas dissolvidas (ASA, 2002).

Os processos biogeoquímicos simulados são: espalhamento, advecção, dispersão, evaporação-volatilização, entranhamento, dissolução, partição, deposição, adsorção e degradação.

O modelo utiliza propriedades físico-químicas para simular a trajetória e o destino da pluma de efluentes descartados em superfície ou na coluna d'água. As propriedades incluem densidade, pressão de vapor, solubilidade na água, taxa de degradação, coeficientes de partição adsorvido/dissolvido ( $K_{ow}$ ,  $K_{oc}$ ), viscosidade e tensão superficial. Essas propriedades e outras, requeridas pelo modelo para simular o transporte e destino do material descartado, estão contidas no banco de dados químicos do CHEMMAP. O banco de dados engloba uma variedade de informações na forma de texto e descritores numéricos com o qual o usuário pode identificar e caracterizar o produto químico ou a mistura. O modelo é capaz de simular derrames de substâncias puras, produtos em soluções aquosas ou hidrofóbicas, ou substâncias em emulsões (*i.e.* mistura de material particulado em suspensão em base aquosa). Além disso, o banco de dados inclui características que definem as misturas e as soluções.



A massa do produto químico simulado é transportada pelo campo tridimensional de correntes determinado pelo modelo hidrodinâmico, considerando marés, vento, correntes oceânicas e o movimento vertical determinado pelo empuxo, assim como a dispersão.

O modelo também é capaz de simular a adsorção de produtos a partículas de sedimentos em suspensão, resultando na deposição de materiais, calculada a partir da Lei de Stokes. Partículas sedimentadas podem sofrer ressuspensão, uma vez que a velocidade no fundo ultrapasse o limite de erosão.

A pluma de efluentes é simulada segundo uma abordagem Lagrangiana, com uma série de partículas representando a massa total do composto químico de interesse. A cada passo de tempo, as partículas deslocam-se de acordo com o movimento do campo hidrodinâmico, sofrem reações biogeoquímicas e são transferidas para o próximo intervalo de tempo.

Para determinar a trajetória e o destino da mancha na superfície, no caso de manchas superficiais, o modelo estima o espalhamento superficial, o transporte da mancha (advectivo e difusivo), o entranhamento na coluna d'água e a evaporação.

O espalhamento é simulado utilizando-se o algoritmo de Fay (1971) e o entranhamento é modelado segundo Delvigne & Sweeney (1988). As manchas superficiais interagem com a linha de costa, depositando material de acordo com o tipo de costa e a viscosidade do material. Os algoritmos utilizados são aqueles desenvolvidos para derrames de óleo, como descrito em French *et al.* (1999).

Utilizando-se o CHEMMAP no modo probabilístico é possível considerar a variabilidade das forçantes ambientais. As simulações de comportamento da pluma são realizadas através de variadas condições meteorológicas e oceanográficas dentro do período de disposição de dados ambientais. Tanto os ventos quanto as correntes, ou ambos, podem variar estocasticamente.

No modo probabilístico, várias simulações são realizadas para cada cenário de descarte. Usando séries de dados de ventos e correntes para uma locação, o modelo seleciona aleatoriamente a data do descarte e as condições ambientais associadas. Como critério de parada das simulações, o modelo permite selecionar um limite (e.g. CENO, limite legal) acima do qual as probabilidades e concentrações esperadas sejam registradas. Cinco tipos de resultados são

produzidos para cada parcela do químico ou mistura que se encontra na superfície da água, em linhas de costa, na coluna d'água e ou nos sedimentos, os quais podem ser apresentados em mapas de contorno:

- probabilidade de qualquer quantidade exceder o limite de concentração;
- tempo decorrido para que seja excedido o limite de concentração;
- média das máximas concentrações (ou massa) esperadas;
- pior caso (máxima concentração/massa) que pode ocorrer (e.g. pico de exposição no tempo e máximo de todas as simulações sob todas as condições ambientais simuladas);
- data e hora inicial da simulação para reproduzir o pior caso de um determinado elemento e ou local.

### **B.1.1 Formulação do Modelo**

A massa do produto químico simulado é transportada pelo campo tridimensional de correntes determinado pelo modelo hidrodinâmico, considerando marés, vento, correntes oceânicas e o movimento vertical determinado pelo empuxo e dispersão. No CHEMMAP, a pluma do produto químico é considerada como um conjunto de partículas lagrangianas contendo, cada uma delas, massa conhecida. O vetor posição ( $X_t$ ) de uma dada partícula, num determinado instante de tempo  $t$ , é definido como:

$$X_t = X_{t-1} + \Delta t(U_t + D_t + R_t) \quad (\text{B.1.1-1})$$

onde

$\Delta t$  = passo de tempo (s);

$X_{t-1}$  = vetor posição no passo de tempo anterior;

$U_t$  = soma das componentes da velocidade advectiva nas três dimensões  
no instante  $t$  (m/s);

$D_t$  = soma das componentes da velocidade difusiva nas três dimensões  
no instante  $t$  (m/s);

$R_t$  = velocidade vertical das partículas na coluna d'água (m/s).

As velocidades difusivas são movimentos de subescala que não são explicitamente simulados pelo transporte da corrente ou pelo empuxo. A magnitude das componentes de  $D_t$  são proporcionais aos coeficientes de dispersão vertical e horizontal (OKUBO, 1971) através da formulação *random walk* (BEAR & VERRUIJT, 1987). Valores típicos de coeficientes de dispersão horizontal encontram-se dentro da faixa de 0,1 m<sup>2</sup>/s, em águas estuarinas, a valores maiores ou iguais a 10 m<sup>2</sup>/s em regiões oceânicas. O coeficiente de dispersão vertical, baseado em Thorpe (1984), é considerado em função da velocidade do vento na camada de mistura de onda, aproximadamente, 1,5 vezes a altura da onda. Esta, por sua vez, é calculada através do algoritmo de CERC (1984). Em águas profundas, valores típicos para o coeficiente de dispersão vertical são da ordem de 0,0001 m<sup>2</sup>/s, ou ainda menores.

O termo responsável pelo empuxo ( $R_t$ ), tanto positivo quanto negativo, é causado pela diferença relativa da densidade (e da força gravitacional) entre as partículas (sólidas, líquidas ou bolhas de gás) e a água adjacente. Este termo é calculado através da Lei de Stokes, na qual a velocidade de subida ou de afundamento aumenta em função da diferença de densidade entre a partícula e a água, e em proporção ao quadrado do diâmetro da partícula. Desta forma, para uma pluma flutuante, quanto menos denso o químico e quanto menor a partícula, mais rápido a pluma se aproxima da superfície. Em contrapartida, quanto mais denso o químico e quanto maior a partícula, mais rápido a pluma afundará.

O modelo simula ainda a adsorção de produtos a partículas de sedimentos em suspensão, resultando na deposição de materiais. Neste caso, a Lei de Stokes é utilizada para calcular as velocidades verticais das partículas do químico puro, ou partículas de sedimento em suspensão adsorvidas aos químicos. Se a velocidade de subida ou de afundamento supera a mistura turbulenta, as partículas irão flutuar ou se depositar no fundo. Partículas depositadas podem ser ressuspensas, caso a velocidade da corrente supere 0,2 m/s.

Se as correntes de superfície, fornecidas pelo modelo hidrodinâmico (ou dados observacionais), não são forçadas pelo vento, então a velocidade de deriva devida ao vento,  $u_{wc}$  e  $v_{wc}$  (m/s) (componentes zonal e meridional) são, respectivamente:

$$u_{wc} = C_w u_w \quad (\text{B.1.1-2})$$

$$v_{wc} = C_w v_w \quad (\text{B.1.1-3})$$

onde

$u_w$  = componente zonal (Leste-Oeste) da velocidade do vento (m/s);

$v_w$  = componente meridional (Norte-Sul) da velocidade do vento (m/s);

$C_w$  = fator de deriva (%).

O fator de deriva,  $C_w$ , é constante (LANGE & HÜHNERFUSS, 1978), podendo variar entre 2,5 e 4,5%, baseado em observações. O valor *default* no modelo é 3,5%.

O ângulo de deriva é no sentido anti-horário da direção do vento (Hemisfério Sul). Assim, a velocidade de deriva devida ao vento,  $u_{wd}$  e  $v_{wd}$  (m/s), componentes Leste-Oeste e Norte-Sul, respectivamente, são:

$$u_{wd} = u_{wc} \cos \theta + v_{wc} \sin \theta \quad (\text{B.1.1-4})$$

$$v_{wd} = -u_{wc} \sin \theta + v_{wc} \cos \theta \quad (\text{B.1.1-5})$$

onde

$u_{wc}$  = componente Leste-Oeste da velocidade devida à deriva do vento (m/s);

$v_{wc}$  = componente Norte-Sul da velocidade devida à deriva do vento (m/s);

$\theta$  = ângulo de deriva ( $^\circ$ ) constante ( $\theta = C_a$ ). O valor *default* é zero.

De maneira alternativa, um algoritmo desenvolvido por Youssef (1993) e Youssef & Spaulding (1993) é utilizado no transporte induzido pelo vento na camada de mistura de onda de regiões oceânicas. Seus resultados mostram que o fator de deriva devido ao vento na superfície da água,  $C_{wo}$ , está relacionado à velocidade do vento ( $w$ ):

$$C_{wo} = 3,9088 - 0,031885w \quad (\text{B.1.1-6})$$

A deriva do vento varia entre 3% e 4% a velocidade do vento, respectivamente, para ventos com velocidade de 30 m/s a ventos fracos. De forma similar, o ângulo de deriva na superfície da água,  $C_{ao}$ , está relacionado à velocidade do vento ( $w$ ):

$$C_{ao} = 23,627 - 7,97 \log(w) \quad (\text{B.1.1-7})$$

Com o aumento da profundidade, o fator de deriva do vento diminui, enquanto o ângulo de deriva aumenta (YOUSSEF, 1993; YOUSSEF & SPAULDING, 1993). Dessa forma, há um cisalhamento entre as águas superficiais e subsuperficiais, que faz com que as partículas se distanciem e se separem da pluma superficial. Essas funções se baseiam em formulações empíricas ajustadas aos resultados de seus modelos:

$$C_{wz} = \exp(k_{w1}w + 0,7768) \quad (\text{B.1.1-8})$$

$$k_{w1} = 1/[24,289/w - 5,26] \quad (\text{B.1.1-9})$$

$$C_{az} = k_{w2} \log_{10}(w) + k_{w3} \quad (\text{B.1.1-10})$$

$$k_{w2} = -27,28w^{-1/2} - 6,5 \quad (\text{B.1.1-11})$$

$$k_{w3} = 49,545w^{-1/2} + 23,9 \quad (\text{B.1.1-12})$$

onde

$C_{wz}$  = fator de deriva do vento;

$C_{az}$  = ângulo de deriva do vento na profundidade  $z$ ;

$k_{w1}, k_{w2}, k_{w3}$  = constantes.

Para calcular o destino e a trajetória de uma pluma superficial de um produto flutuante, o modelo leva em consideração o transporte da pluma, o espalhamento superficial, o entranhamento na coluna d'água e a evaporação.

O espalhamento ocorre devido a dois processos, modelados separadamente por algoritmos previamente desenvolvidos para manchas de óleo: (1) o balanço entre as forças gravitacional, inércia, viscosidade e tensão superficial, que aumenta a real extensão de cada partícula (espalhamento gravitacional); e (2) espalhamento e cisalhamento da corrente, que afastam as partículas umas das outras (ELLIOTT, 1986; LEHR, 1996). Um conjunto teórico de equações para o espalhamento gravitacional foi desenvolvido quase que simultaneamente por Fay (1971) e por Houtt (1972), com uma abordagem similar. Mackay *et al.* (1980) modificaram o modelo de Fay-Houtt através da formulação de mancha espesso-fina, através de uma formulação empírica baseada no comportamento de espalhamento terminal (FAY, 1971). Estas assumem que a mancha espessa contém entre 80 a 90% da massa total associada à mancha.

No modelo CHEMMAP, as partículas na superfície da água aumentam de diâmetro de acordo com o algoritmo empírico desenvolvido por Mackay *et al.* (1980). A taxa de mudança da área superficial, para o espalhamento da mancha espessa, em m<sup>2</sup>/s, é definida por:

$$\frac{dA}{dt} = K_1 A^{1/3} \left( \frac{V}{A} \right)^{4/3} \quad (\text{B.1.1-13})$$

onde

- $A$  = área superficial da mancha (m<sup>2</sup>);
- $K_1$  = taxa de espalhamento constante (s<sup>-1</sup>);
- $V$  = volume da superfície da mancha (m<sup>3</sup>);
- $t$  = tempo (s).

A análise de sensibilidade deste algoritmo demonstrou que a solução é sensível ao número de partículas utilizadas. Com o objetivo de minimizar esta dependência, Kolluru (1992) derivou uma formulação, normalizando a solução para diferentes números de partículas superficiais.

A taxa de mudança da área superficial de uma única partícula,  $\vec{A}_{tk}$  ( $m^2/s$ ), é dada por:

$$\frac{dA_{th}}{dt} = K_1 A_{th}^{1/3} \left( \frac{V_s}{A_{th}} \right)^{4/3} \left( \frac{R_s}{R_e} \right)^{4/3} \quad (\text{B.1.1-14})$$

onde

$A_{th}$  = área superficial de uma partícula ( $m^2$ );

$K_1$  = taxa de espalhamento constante ( $s^{-1}$ );

$V_s$  = volume de óleo de uma partícula ( $m^3$ );

$R_s$  = raio de uma partícula (m);

$R_e$  = raio efetivo da superfície da mancha (m).

O raio efetivo da mancha superficial,  $R_e$  (m), (KOLLURU, op. cit.) é dado por:

$$R_e = \left[ \left( \frac{1}{\pi} \right) \sum_{n=1}^N A_{tk} \right]^{1/2} \quad (\text{B.1.1-15})$$

onde

$N$  = número de partículas usadas para representar a mancha superficial.

No CHEMMAP, as partículas movem-se individualmente e podem tanto se separar, quanto convergir, dependendo das correntes superficiais. O algoritmo de transporte inclui, ainda, um termo de difusão turbulenta aleatória, cuja função é separar as partículas e induzir o espalhamento.

Adicionalmente, se o produto flutuando na superfície entrinha na coluna d'água, ele se dispersará verticalmente para baixo, em uma água que se move a uma velocidade mais lenta devido a resposta das forçantes meteorológicas. Caso estas partículas entrinhadas voltem a superfície, elas estarão numa posição posterior à pluma da superfície, o que faz com que a pluma seja mais alongada na direção do vento.

Os processos de entranhamento são modelados utilizando-se a formulação de Delvigne & Sweeney (1988) que, explicitamente, representa índices de injeção de óleo para dentro da coluna d'água por gotículas de óleo. O tamanho da partícula entranhada diminui com altos níveis de energia turbulenta e baixa viscosidade.

Plumas superficiais interagem com a linha de costa, dependendo das características e do tipo do material simulado e linha de costa. Os algoritmos utilizados para estes cálculos são os mesmos desenvolvidos para modelagens de óleo, em especial os desenvolvidos por French *et al.* (1999).

A dissolução de substâncias puras e de químicos de uma mancha de um solvente hidrofóbico ou de gotículas em suspensão (*i.e.* para formulações nas quais o produto está dissolvido em, ou está adsorvido à um solvente hidrofóbico) é tratada como o fluxo de massa através da área superficial da pluma ou gotícula (FRENCH *et al.* 1996a,b, 1999). O modelo desenvolvido por Mackay & Leinonem (1977) é utilizado para a dissolução da pluma superficial. A pluma (partículas) é considerada como uma placa circular e achatada, com o fluxo de massa relacionado à solubilidade e à temperatura (HINES & MADDOX, 1985). Este assume uma camada não estratificada, com a maior resistência à transferência de massa a uma região estagnada hipotética (camada de água) próxima à pluma. Para gotículas em subsuperfície, a dissolução é considerada como um fluxo de massa através da área superficial da gotícula (tratada como uma esfera), num algoritmo análogo ao de Mackay & Leinonem (1977).

A taxa de dissolução de um químico puro ou solvente,  $\dot{N}_{i,d}$  (mols/s), é definida por:

$$\dot{N}_{i,d} = d \frac{N_{i,d}}{dt} = K_d (x_i C_i^s - C_i^w) A \quad (\text{B.1.1-16})$$

onde

- $i$  =  $i$ -ésima componente;
- $A$  = área superficial da pluma ou partícula ( $\text{cm}^2$ );
- $K_d$  = coeficiente de transferência de dissolução da massa ( $\text{cm/s}$ );
- $x_i$  = fração molar da fase solvente do componente (1,0 para químicos puros);



$C_i^s$  = solubilidade do produto puro da componente  $i$  (mols/cm<sup>3</sup>);  
 $C_i^w$  = concentração do componente  $i$  na fase aquosa (mols/cm<sup>3</sup>).

Para químicos dissolvidos em solventes hidrofóbicos, a solubilidade do componente puro ( $C_i^s$ ) é definida por:

$$C_i^s = \frac{C_i^o}{P_i} \quad (\text{B.1.1-17})$$

onde

$P_i$  = coeficiente de particionamento solvente-água para a componente  $i$ ;  
 $C_i^o$  = concentração da componente na fase solvente.

O coeficiente de transferência de massa para uma pluma superficial pode ser considerado similar à transferência de massa em uma placa achatada (HINES & MADDOX, op. cit.). O coeficiente de transferência de dissolução da massa,  $K_{d_s}$  (m/s), é:

$$K_{d_s} = \frac{ShD_{AB}}{L} \quad (\text{B.1.1-18})$$

onde

$Sh$  = número de Sherwood médio;  
 $L$  = diâmetro da pluma superficial (m);  
 $D_{AB}$  = coeficiente de difusão a 25 °C (m<sup>2</sup>/s).

Para o cálculo de  $D_{AB}$ , utiliza-se o método de Hayduk & Laudie (LYMAN *et al.*, 1982 *apud* HINES & MADDOX, 1985).

$$D_{AB} = \left[ \frac{RT}{\left(\mu_w^{1,14}\right) \left(V_B^{0,589}\right)} \right] \quad (\text{B.1.1-19})$$

onde

$R$  = constante universal dos gases ( $8,206 \times 10^{-5}$  atm-m<sup>3</sup>/mol-K);

$T$  = temperatura (K);

$\mu_w$  = viscosidade da água a 25 °C (cP);

$V'_B$  = volume molar de Le Bas (cm<sup>3</sup>/mols).

A viscosidade da água varia com a temperatura e com a seguinte equação, ajustada à dados empíricos:

$$\mu_w = \exp \left[ -24,71 + \left( \frac{4.209}{T} \right) + 0,04527T - 0,00003376T^2 \right] \quad (\text{B.1.1-20})$$

O volume molar de Le Bas de químicos orgânicos e inorgânicos representativos, foram obtidos através da regressão do peso molecular, a seguir:

$$\text{Inorgânicos: } V'_B = 2,8047(MW^{0,651}) \quad (\text{B.1.1-21})$$

$$\text{Orgânicos: } V'_B = 4,9807(MW^{0,6963}) \quad (\text{B.1.1-22})$$

onde

$MW$  = peso molecular (g/mol).

Os volumes molares para os químicos orgânicos e inorgânicos foram obtidos em Mackay *et al.* (1992).

O número de Sherwood médio é obtido através da equação:

$$Sh = 0,578Sc^{1/3} Re_L^{1/2} \quad (\text{B.1.1-23})$$

onde

$Sc$  = número do Schmidt;

$Re_L$  = número de Reynolds.

O número de Schmidt é definido por:

$$Sc = \frac{\gamma}{D_{AB}} \quad (\text{B.1.1-24})$$

$$\gamma = 10^{-6} \frac{\mu_w}{\rho_w} \quad (\text{B.1.1-25})$$

onde

$\gamma$  = viscosidade cinemática da água (m<sup>2</sup>/s);

$\rho_w$  = densidade da água (g/cm<sup>3</sup>).

O número de Reynolds é definido por:

$$Re_L = \frac{U_w L}{\gamma} \quad (\text{B.1.1-26})$$

onde

$U_w$  = velocidade do vento (m/s);

O coeficiente de transferência de massa para gotículas de subsuperfície é similar à transferência de massa para gotículas esféricas (HINES & MADDIX, op. cit.). O coeficiente de transferência de dissolução da massa,  $K_{d_{ss}}$  (m/s), é definido por:

$$K_{d_{ss}} = \frac{Sh D_{AB}}{d} \quad (\text{B.1.1-27})$$

onde

$Sh$  = número de Sherwood médio;

$d$  = diâmetro da gotícula (m);

$D_{AB}$  = coeficiente de difusão a 25 °C (m<sup>2</sup>/s).

O número de Sherwood médio, para este caso, é definido como:

$$Sh = 2 + 0,552 Re_d^{0,5} Sc^{1/3} \quad (B.1.1-28)$$

onde

$Sc$  = número do Schmidt;

$Re_d$  = número de Reynolds baseado no diâmetro da gotícula.

Com o número de Reynolds,  $Re_d$ , definido por:

$$Re_d = \frac{Wd}{\gamma} \quad (B.1.1-29)$$

onde

$W$  = velocidade resultante atuando na gotícula (m/s);

Uma vez que a dissolução ocorreu, o químico na coluna d'água é tratado como parcialmente dissolvido e parcialmente adsorvido à partículas de sedimento em suspensão. Assume-se, então, um particionamento de proporções constantes entre estas frações (baseado na teoria de equilíbrio linear, utilizando-se o  $K_{oc}$  do químico em questão). Sólidos descartados na forma particulada se dissolvem e são, então, particionados entre as formas dissolvida e particulada na coluna d'água, através do equilíbrio de particionamento.

A razão entre as concentrações adsorvidas,  $C_a$ , e dissolvidas,  $C_{dis}$ , é calculada através da teoria padrão equilíbrio de particionamento, a seguir:

$$\frac{C_a}{C_{dis}} = K_{oc} C_{ss} \quad (B.1.1-30)$$

onde

$K_{oc}$  = coeficiente de partição entre o carbono orgânico e a água (adimensional);

$C_{ss}$  = concentração de materiais particulados em suspensão na coluna d'água, expresso como a massa do particulado pelo volume da água.

A massa total da fração adsorvida,  $C_a / (C_a + C_{dis})$ , afunda através da coluna d'água, a uma taxa de deposição  $V_s$ . Assume-se que o químico se adsorve a partículas de silte de 50  $\mu\text{m}$  e densidade de 1,0512  $\text{g/cm}^3$ . Através da Lei de Stokes, a taxa de deposição (velocidade vertical) é de aproximadamente 3 m/dia na água do mar (densidade de 1,024  $\text{g/cm}^3$ ) e águas calmas.

Assume-se que a deposição não ocorra em águas nas quais as ondas são influenciadas pelo fundo (*i.e.* ondas de águas rasas ou transicionais, ao contrário ondas de águas profundas).

A altura e o período das ondas são calculados com base em CERC (1984). O comprimento de onda é calculado através do período e da profundidade. As ondas passam de águas profundas à transicionais e, posteriormente, à ondas de águas rasas, quando a profundidade for menor que a metade do comprimento da onda (CERC, *op.cit.*).

A evaporação é calculada de acordo com a Lei de Raoult. A taxa de evaporação por unidade de área,  $E$  ( $\text{g/m}^2\text{h}$ ), de um químico flutuando na superfície (MACKAY & MATSUGU, 1973), é definida por:

$$E = \frac{K_e MW P_{vp}}{RT} \quad (\text{B.1.1-31})$$

onde

$K_e$  = coeficiente de transferência de massa por evaporação ( $\text{m/h}$ );

$MW$  = peso molecular ( $\text{g/mol}$ );

$P_{vp}$  = pressão de vapor ( $\text{atm}$ );

$R$  = constante universal dos gases ( $8,206 \times 10^{-5} \text{ atm}\cdot\text{m}^3/\text{mol}\cdot\text{K}$ );

$T$  = temperatura ( $\text{K}$ ).

A temperatura é considerada a mesma definida para a superfície da água. O coeficiente de transferência de massa por evaporação,  $K_e$  ( $\text{m/h}$ ), é definido por (MACKAY & MATSUGU, *op. cit.*):

$$K_e = 0,0292U^{0,78}L^{-0,11}Sc_a^{-0,67} \quad (\text{B.1.1-32})$$

onde

- $U$  = velocidade do vento a 10 m de altura (m/h);  
 $L$  = diâmetro da pluma ou partícula flutuante (m);  
 $Sc_a$  = número do Schmidt para o químico no ar.

O número de Schmidt para o químico no ar é obtido através da divisão da viscosidade cinemática do ar ( $0,15 \text{ cm}^2/\text{s}$ ) pela difusividade do químico no ar,  $D_{ar}$ , baseado em Thibodeaux (1979):

$$D_{ar} = D_{ref} SQRT\left(\frac{MW_{ref}}{MW}\right) \quad (\text{B.1.1-33})$$

onde

- $D_{ref}$  = difusividade no ar de um químico de referência ( $\text{cm}^2/\text{s}$ );  
 $MW_{ref}$  = peso molecular de um químico de referência (g/mol).

Os químicos de referência são: o cumene para  $MW > 100 \text{ g/mol}$  ( $D_{ar} = 0,0556$  e  $MW_{ref} = 120$ ; Mackay & Matsugu, 1973) e o pentano para  $MW \leq 100 \text{ g/mol}$  ( $D_{ar} = 0,071$  e  $MW_{ref} = 72,15$ ; Kawamura & Mackay, 1987).

A volatilização de químicos dissolvidos para a atmosfera é função da pressão de vapor e da solubilidade. O CHEMMAP utiliza o procedimento esquematizado por Lyman *et al.* (1982 *apud* HINES & MADDOX, 1985), baseado em na Lei de Henry e no fluxo de massa. A profundidade de volatilização para as substâncias dissolvidas é limitada a camada de mistura superior, estimada a partir da profundidade de difusão ou como metade da altura da onda, estimada a partir da velocidade do vento (CERC, 1984).

A Lei de Henry utiliza a constante da Lei de Henry. Caso esta não tenha sido especificada, ela é calculada através do vapor de pressão do químico (que por sua vez está fortemente relacionado com a temperatura), solubilidade e peso molecular (LYMAN *et al.* 1982 *apud* HINES & MADDOX, 1985), dado por:

1) Cálculo da constante da Lei de Henry ( $H$ ):

$$H = \frac{P_{vp}}{(S / MW)} \quad (\text{B.1.1-34})$$

onde

$P_{vp}$  = pressão de vapor (atm);

$S$  = solubilidade (mg/L);

$MW$  = peso molecular (g/mol).

2) Para  $H < 3 \times 10^{-7}$ , a volatilização pode ser desprezada.

3) Para  $H > 3 \times 10^{-7}$ , calcula-se a constante adimensional da Lei de Henry ( $H'$ ):

$$H' = \frac{H}{RT} \quad (\text{B.1.1-35})$$

onde

$R$  = constante universal dos gases ( $8,206 \times 10^{-5}$  atm-m<sup>3</sup>/mol-K);

$T$  = temperatura (K).

4) Cálculo do coeficiente de mudança da fase líquida ( $K_5$ , cm/h):

$$K_5 = 20 \sqrt{\frac{44}{MW}} \quad (\text{B.1.1-36})$$

5) Cálculo do coeficiente de mudança da fase gasosa ( $K_6$ , cm/h):

$$K_6 = 3.000 \sqrt{\frac{18}{MW}} \quad (\text{B.1.1-37})$$

6) Cálculo do coeficiente de transferência de massa total ( $K_7$ , cm/h):

$$K_7 = \frac{(H' K_5 K_6)}{(H' K_6 + K_5)} \quad (\text{B.1.1-38})$$

A taxa de transferência de massa da coluna d'água para a atmosfera passa a ser, então:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{K_7 m}{d} \quad (\text{B.1.1-39})$$

na qual  $m$  é a massa do poluente, considerada igualmente distribuída na profundidade  $d$ . A profundidade de volatilização para substâncias dissolvidas é limitada, no máximo, a metade da altura da onda, ou a profundidade de difusão  $d$ :

$$d = \sqrt{2D_z \Delta t} \quad (\text{B.1.1-40})$$

onde

$D_z$  = difusividade vertical ( $\text{m}^2/\text{s}$ );

$\Delta t$  = passo de tempo do modelo (s).

Um modelo de dispersão atmosférica é incorporado ao CHEMMAP com a função de estimar as concentrações das substâncias simuladas no ar, até uma camada de 2 m de altura (*i.e.* até aproximadamente a altura que uma pessoa possa ser exposta à estas). O fluxo de massa para a atmosfera é rastreado através de uma abordagem lagrangiana, análoga ao transporte na água. A substância é transportada no ar pelo vento, e sofre degradação de acordo com as taxas especificadas.

A massa se dispersa horizontalmente devido à turbulência, através de uma taxa constante especificada (coeficiente de dispersão horizontal), ou através do algoritmo de Gifford, descrito em Csanady (1973). O coeficiente de dispersão horizontal calculado pelo modelo é função da velocidade do vento e da estabilidade do ar, definida como moderadamente estável, ligeiramente estável, neutra, ligeiramente instável e moderadamente instável, baseadas em Turner (1970).

A massa também é dispersada para cima pela turbulência, que é dependente da velocidade do vento. A aproximação básica utiliza a teoria da camada planetária e a teoria de comprimento de mistura (descrito em vários livros de



dinâmica dos fluidos, e.g. Holton, 1979). Nesta teoria, a variação vertical da velocidade e atrito é definida por uma lei logarítmica. Esta fornece a seguinte relação:

$$Dz = L^2 \frac{du}{dz} \quad (\text{B.1.1-41})$$

onde

$Dz$  = taxa de mistura vertical;

$L$  = comprimento de mistura;

$\frac{du}{dz}$  = cisalhamento da velocidade vertical.

Esta pode ser aproximada como:

$$Dz = zU^* \quad (\text{B.1.1-42})$$

$$U^* = \sqrt{\frac{bs}{\rho_{ar}}} \quad (\text{B.1.1-43})$$

onde

$bs$  = tensão do fundo;

$\rho_{ar}$  = densidade do ar ( $\text{g/cm}^3$ ).

Em resumo:

$$Dz = zW_v(Cd)^{1/2} \quad (\text{B.1.1-44})$$

onde

$W_v$  = velocidade do vento a 10 m (m/h);

$Cd$  = atrito do fundo ( $\sim 0,0013$ ).

Esta fornece o coeficiente de difusão turbulenta, calculado a partir da velocidade do vento, e que permite a resolução do termo de difusão:

$$Dz * d(dC / dz) / dz \quad (B.1.1-45)$$

onde

$C$  = concentração do químico no ar, especificado na interface devido ao fluxo com a água.

Considera-se que a bioturbação nos primeiros 10 cm do sedimento misture completamente a massa do químico depositado, na escala de tempo de interesse (dias a semanas), de forma que a concentração seja calculada, simplesmente, como a massa pela área dividida por 10 cm. As concentrações do contaminante no sedimento são distribuídas entre as formas adsorvidas e dissolvidas através do equilíbrio de particionamento, como na coluna d'água. A razão de particulados para água intersticial é considerada como 0,45 (CERC, 1984).

A degradação é estimada através da taxa de decaimento constante especificada para ambiente em que a massa se encontre (*i.e.* na atmosfera, superfície ou coluna d'água ou sedimento). O algoritmo de decaimento é dado por:

$$M_t = M_0 e^{-kt} \quad (B.1.1-46)$$

onde

$t$  = tempo (dias);

$M_t$  = massa remanescente no instante  $t$  ;

$M_0$  = massa descartada no instante 0;

$k$  = taxa de decaimento instantâneo ( $\text{dia}^{-1}$ ).

A meia-vida,  $t(1/2)$ , do químico no ambiente é calculado através da equação:  $M_t / M_0 = 0,5 = e^{-kt(1/2)}$ , que pode ser reagrupada como:

$$t(1/2) = -\ln(0,5) / K = 0,693 / K \quad (B.1.1-47)$$

OU

$$k = 0,693 / t(1/2) \quad (B.1.1-48)$$

## B.2 DADOS DE ENTRADA

Os conjuntos de dados de entrada e parâmetros do modelo que definem um cenário são:

- ✓ localização geográfica do ponto de descarte;
- ✓ data e horário;
- ✓ duração do descarte;
- ✓ volume descartado;
- ✓ profundidade de descarte;
- ✓ tipo de produto;
- ✓ duração da simulação;
- ✓ opções de resposta (e.g. barreiras);
- ✓ campo de correntes;
- ✓ arquivo de dados meteorológicos;
- ✓ concentração de sedimentos em suspensão;
- ✓ temperatura, salinidade e densidade do corpo d'água receptor;
- ✓ opções de saída;
- ✓ parâmetros de simulação:
  - fator de vento;
  - número de partículas;
  - coeficiente de dispersão horizontal;
  - coeficiente de dispersão vertical;
  - passo de tempo do modelo.

Os resultados de cada simulação correspondem, então, a um único cenário, definido pelo arquivo de entrada de dados e parâmetros do modelo.

---

### **B.3 BIBLIOGRAFIA**

ASA (APPLIED SCIENCE ASSOCIATES, INC.). 2002. CHEMMAP Technical Manual, Narragansett, RI.

BEAR, J. & VERRUIJT, A., 1987. Modeling groundwater flow and pollution with computer programs for sample cases. Kluwer Academic Publishers.

CERC, 1984. Shore protection manual, Vol. I. Coastal Engineering Research Center, Department of the Army, Waterways Experiment Station, U.S. Army Corps of Engineers, Vicksburg, MS, p. 115-134 apêndices.

CSANADY, G.T., 1973. Turbulent diffusion in the environment. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 74p.

DELVIGNE, G.A.L. & SWEENEY, C.E., 1988. Natural dispersion of oil. **Oil & Chemical Pollution** 4 (1988): p. 281-310.

ELLIOTT, A.J., 1986. Shear diffusion and the spread of oil in the surface layers of the North Sea. **Dt. Hydrog**: p.113-137.

FAY, J.A., 1971. Physical Processes in the Spread of Oil on a Water Surface. In: Proceedings at Joint Conference and Control of Oil Spills, Washington, D.C., June 15-17.

FRENCH, D., 2001. Chemical Spill Model (CHEMMAP) for Forecasts/Hindcasts and Environmental Risk Assessment. In: Proceedings of the 24th Arctic and Marine Oilspill (AMOP) Technical Seminar, Edmonton, Alberta, Canada, June 12-14, 2001, Environment Canada, pp.825-846.

FRENCH, D.; REED, M.; JAYKO, K.; FENG, S.; RINES, H.M.; PAVIGNANO, S.; ISAJI, T.; PUCKETT, S.; KELLER, A.; FRENCH III, F.W.; GIFFORD, D.; MCCUE, J.; BROWN, G.; MACDONALD, E.; QUIRK, J.; NATZKE, S.; BISHOP, R.; WELSH, M.; PHILLIPS, M. & INGRAM, B.S., 1996a. The CERCLA type A natural resource damage assessment model for coastal and marine environments (NRDAM/CME), Technical Documentation, Vol.I - V. Final Report, submitted to the Office of Environmental Policy and Compliance, U.S. Dept. of the Interior, Washington, DC, April, 1996, Contract No. 14-0001-91-C-11.

FRENCH, D.P.; RINES, H.M.; OPISHINSKI, T. & MCCUE, J., 1996b. Validation and Sensitivity Analysis: The CERCLA Type A Natural Resource Damage Assessment Models for Coastal and Marine Environments (NRDAM/CME) and for the Great Lakes Environments (NRDAM/GLE) Final Report, Submitted to the Office of Environmental Policy and Compliance, U.S. Dept. of the Interior, Washington, DC, April, 1996. Contract N°. 14-01-0001-91-C-11.

FRENCH, D.; SCHUTTENBERG, H. & ISAJI, T. 1999. Probabilities of oil exceeding thresholds of concern: examples from an evaluation for Florida Power and Light. In: Proceedings: AMOP 99 Technical Seminar, June 2-4, 1999, Calgary, Alberta, Canada, pp. 243-270.

FRENCH, D.; WHITTIER, N.; WARD, M. & SANTOS, C., 2002. Spill Hazard Evaluation for Chemicals Shipped in Bulk Using Modeling. In: Proceedings, Sixth International Marine Environmental Seminar, Trondheim, Norway, September 2-4, 2002.

HINES, A.L. & MADDOX, R.N., 1985. Mass transfer fundamentals and application, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 542p.

HOLTON, J.R., 1979. An Introduction to Dynamic Meteorology. International Geophysics Series, Vol. 23, Academic Press NY.

---

HOULT, D.P., 1972. Oil spreading on the sea. **Ann. Rev. Fluid Mech.**, p.341-368.

KAWAMURA, P. & MACKAY, D., 1987. The evaporation of volatile liquids. **J Hazardous Materials**, 15:343-364.

KOLLURU, V.S., 1992. Influence of Number of Spilllets on Spill Model Predictions. Applied Science Associates Internal Report, 1992.

LANGE, P. & HÜHNERFUSS, H., 1978. Drift response of mono-molecular slicks to wave and wind action. **Journal of Physical Oceanography**, v. 8, p. 142-150.

LEHR, W., 1996. Progress in Oil Spread Modeling, in Proceedings of the 19th Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar, Environment Canada, pp. 889-894.

MACKAY, D. & MATSUGU, R.S, 1973. Evaporation rates of liquid hydrocarbon spills on land and water. **The Canadian Journal of Chemical Engineering**, Vol. 51, pp. 434-439.

MACKAY, D. & LEINONEN, P.J., 1977. Mathematical model of the behavior of oil spills on water with natural and chemical dispersion. Prepared for Fisheries and Environment Canada. Economic and Technical Review Report EPS-3-EC-77-19, 39p.

MACKAY, D.; PATERSON, S. & TRUDEL, K., 1980. A Mathematical Model Of Oil Spill Behavior. Department of Chemical and Applied Chemistry, University of Toronto, Canada.

MACKAY, D.; SHIU, W.Y., & MA, K.C., 1992. Illustrated Handbook of Physical-Chemical Properties and Environmental Fate for Organic Chemicals, Vol. I-IV. Lewis Publ., Chelsea, Michigan.

OKUBO, A., 1971. Oceanic diffusion diagrams. **Deep Sea Research**, v. 8, p. 789-802.

THIBODEAUX, L.J., 1979. Chemodynamics: Environmental Movement of Chemicals in Air, Water, and Soil. John Wiley & Sons, NY 501p.

THORPE S.A., 1984. On the determination of  $K_v$  in the near surface ocean from acoustic measurements of bubbles. **American Meteorological Society**, pp. 861-863.

TURNER, D.B., 1970. Workbook of atmospheric dispersion estimates. Report PB-191 482. Research Triangle Park, North Carolina: Office of Air Programs, U.S. Environmental Protection Agency.

YOUSSEF, M., 1993. The behavior of the near ocean surface under the combined action of waves and currents in shallow water. PhD Dissertation, Department of Ocean Engineering, University of Rhode Island, Narragansett, RI.

YOUSSEF, M. & SPAULDING, M.L., 1993. Drift current under the action of wind waves. In: Proceedings of the 16th Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar, Calgary, Alberta, Canada, p. 587-615.





## ANEXO C - DESCRIÇÃO DO NCEP/NCAR

Os dados atmosféricos de reanálise do NCEP/NCAR são resultados de simulações numéricas que utilizam as ferramentas mais modernas em assimilação de dados em conjunto com a mais extensa base de dados disponível. Esta base de dados tem sido aprimorada e beneficiada pela inclusão de observações (coleta de dados) realizadas em diversos países. Tais simulações são realizadas no NCEP usando um modelo espectral de cobertura global de 28 níveis verticais. Este modelo numérico inclui parametrizações dos maiores processos físicos, a saber, convecção, precipitação de grande escala, convecção superficial, arrasto devido a ondas de gravidade, radiação de ciclo diurno e interação com nuvens, física das camadas limites, interação da hidrologia superficial e processos horizontais e verticais de difusão. Detalhes da dinâmica e da física incorporada ao modelo são descritos em *NMC Development Division* (1988), Kanamitsu (1989), e Kanamitsu *et al.* (1991).

Os dados utilizados nas análises apresentadas no presente estudo foram obtidos via endereço eletrônico (<http://www.esrl.noaa.gov/psd>). É importante salientar que a TETRA TECH mantém um sistema automatizado de “download” de arquivos do NCEP/NCAR (endereço acima) e que, por ser atualizado diariamente, possibilita definir apenas a data do último acesso (05 de janeiro de 2009).

O NCEP utiliza como sistema de referência um geóide denominado “*Spherical Earth*” (comunicação pessoal: ESRL/PSD Data Management <[esrl.psd.data@noaa.gov](mailto:esrl.psd.data@noaa.gov)>). Este possui valores diferentes para os parâmetros semieixo maior e achatamento, quando comparado com os do WGS 84:

- Spherical earth: semieixo maior = 6.371.200 m / achatamento = 0;
- WGS 84: semieixo maior = 6.378.137 m / achatamento = 1/298,257223563.

Esta aproximação da forma da Terra a uma esfera (*i.e.* com semieixos iguais) é geralmente utilizada para a simplificação das transformações de coordenadas.

A diferença entre as temperaturas do ar no litoral durante o dia e a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) costeira induz pequenas células de circulação denominadas de brisas marítimas. No caso da reanálise do NCEP/NCAR (resolução espacial de 2,5° x 2,5°), ressalta-se que essas células costeiras não são representadas, como consequência da resolução espacial do modelo.

## C.1 BIBLIOGRAFIA

KANAMITSU, M., 1989. Description of the NMC global data assimilation and forecast system. **Weather and Forecasting** 4:335-342.

KANAMITSU, M.; ALPERT, J.C.; CAMPANA, K.A.; CAPLAN, P.M.; DEAVEN, D.G.; IREDELL, M.; KATZ, B.; PAN, H.-L.; SELA, J. & WHITE, G.H., 1991. Recent changes implemented into the global forecast system at NMC. **Weather and Forecasting** 6:425-435.

NMC Development Division, 1988. Documentation of the research version of the NMC Medium-Range Forecasting Model. NMC Development Division, Camp Springs, MD. 504pp.