



Considerações sobre o Emissário de Efluente de Aparecida do Taboado – MS.

Prof. Dr. Luiz Roberto Trovati



Objetivo

- Expor informações do nosso parecer sobre o tema;
- Trazer luz e informações sobre a questão das ondas geradas pelo vento em lagos;
- Relatar o fenômeno da difusão da pluma em águas rasas;
- Apresentar alternativas para a solução do conflito.

DIFUSÃO DA PLUMA

- Zona de Mistura ou Comprimento de Mistura corresponde à distancia, em metros, entre o ponto de lançamento do efluente tratado e o ponto em que o rio atinge uma mistura homogênea.

Lançamento de efluentes em rios:

- A difusão da pluma pode ser facilmente calculada a partir dos parâmetros do ponto de lançamento, de valores de **velocidade do rio e o coeficiente de turbulência transversal**.

Lançamento de efluentes em lagos ou reservatórios:

- A difusão da pluma é uma **questão mais complexa**, exigindo modelagem que considere também **a convecção do efluente** em razão da diferença de temperatura entre o efluente e a água do lago, **o perfil de velocidade da corrente** do fundo até a superfície e **a altura da camada limite de mistura na superfície provocada pela advecção das ondas geradas pelo vento**.



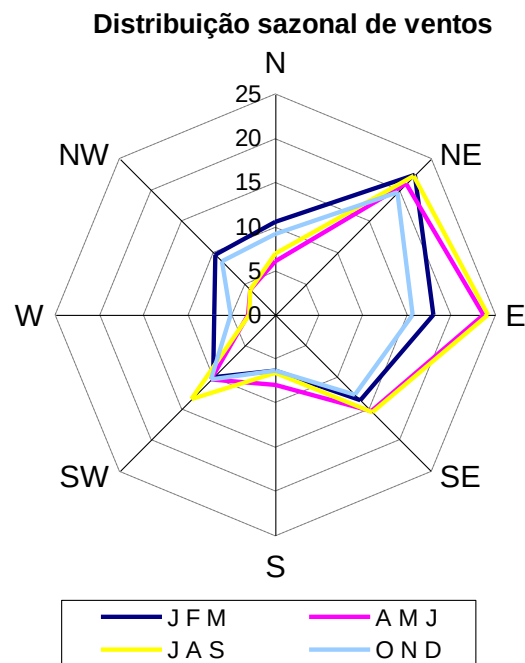
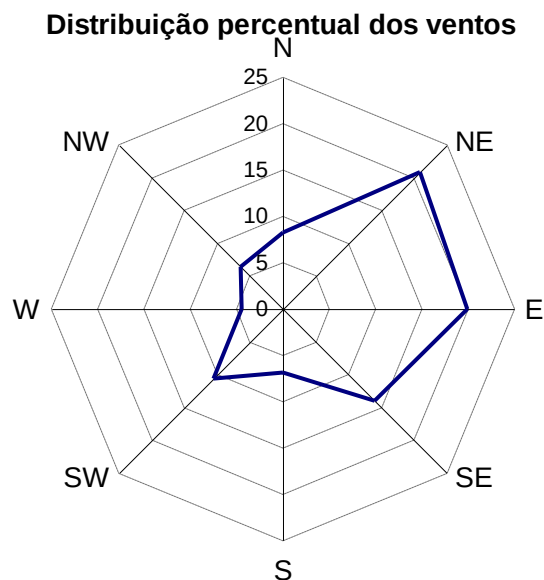
EFEITO DE VENTO E ONDAS

- Para corpos d'água bidimensionais (lagos, estuários, baías, etc.) as velocidades da água são bem baixas, e o vento é o fator mais importante na reaeração.
- Lagos e reservatórios são bastante diferentes dos rios por causa das velocidades muito baixas e de profundidades grandes.
- Esses dois fatores fazem com que a estratificação vertical ganhe importância, já que nos reservatórios os níveis de turbulência causada pelo escoamento são relativamente baixos o que pode inibir a capacidade do reservatório de se misturar verticalmente.

EFEITO DE VENTO E ONDAS

- No presente caso é muito importante procurar estabelecer os **efeitos de vento e ondas** associados à dispersão do efluente lançado no lago, na direção e sentido do deslocamento predominante da **zona de mistura**.
- Nas águas rasas a circulação é predominantemente horizontal, causada pela advecção de vento e ondas.
- O vento é quem induz a produção de ondas nos lagos.

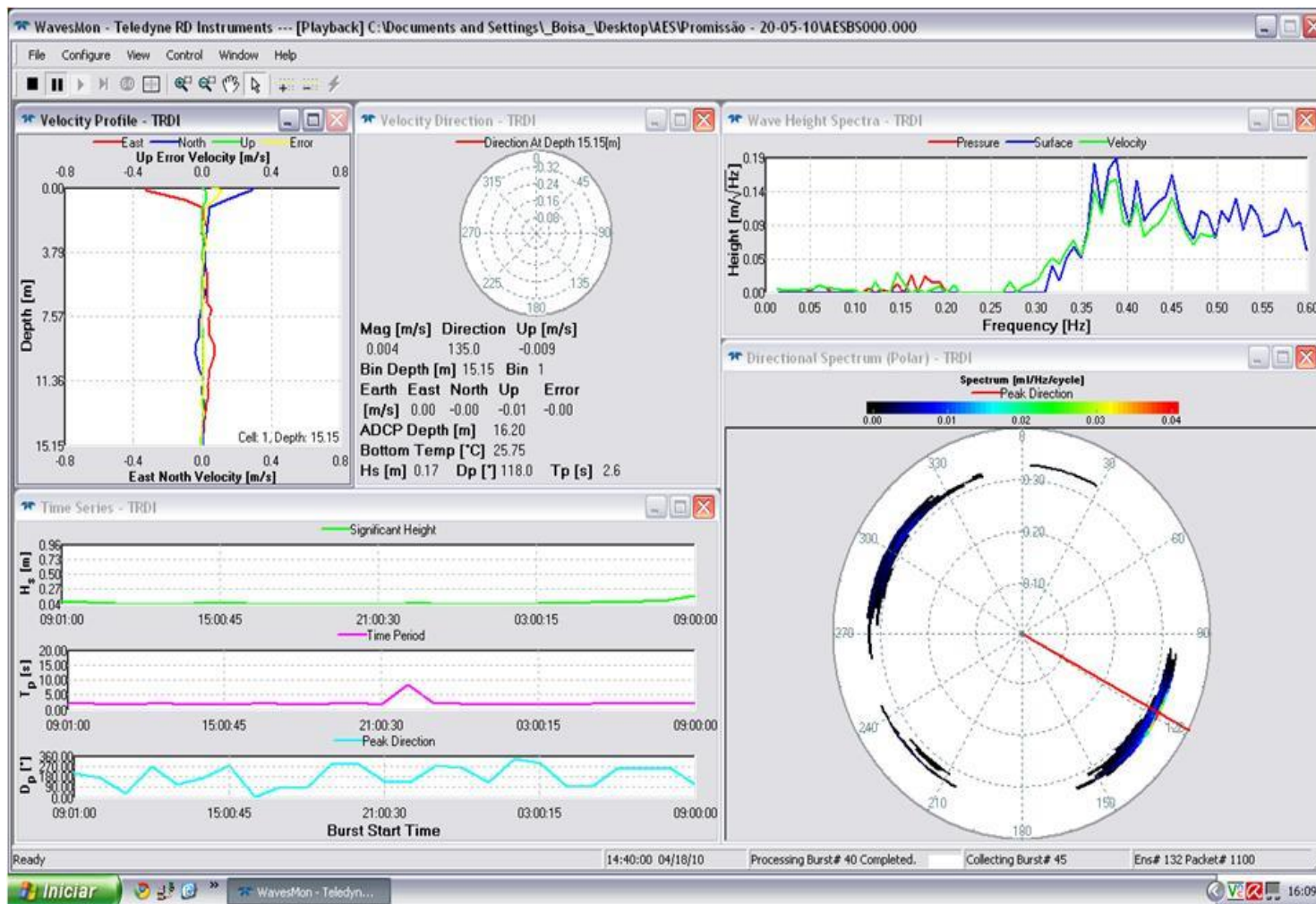
EFEITO DE VENTO E ONDAS



Prevalência de ventos soprando das direções NE e E, seguidos pela direção SE.

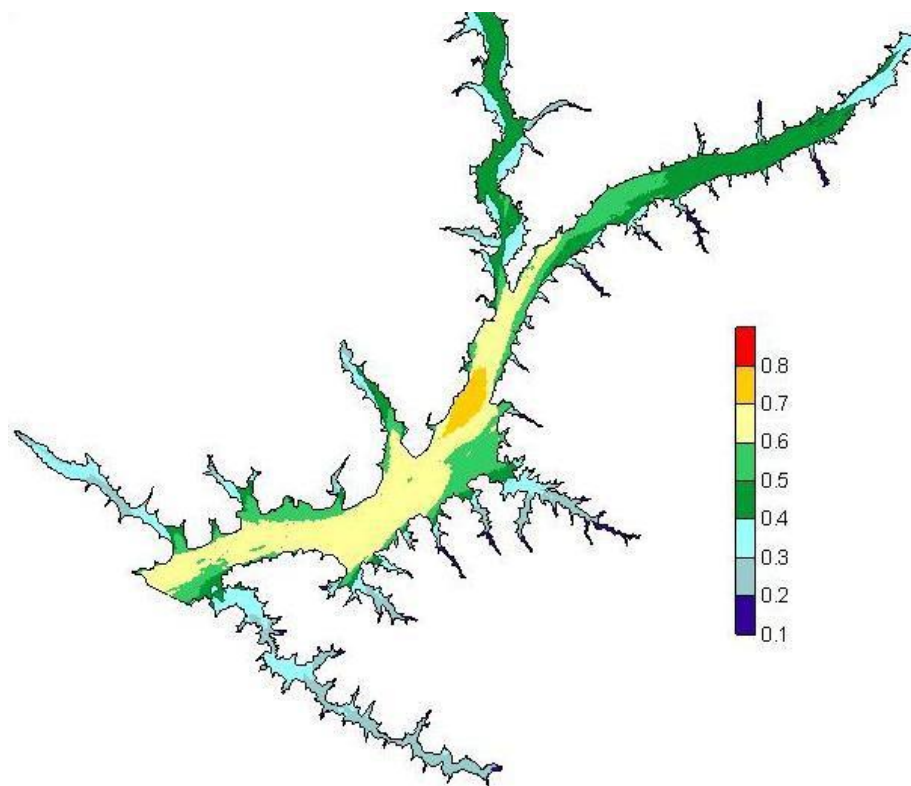
**Distribuição percentual de ventos: a) média anual; b) média trimestral.
(Estação Ilha Solteira – CESP, dados do período 1970 a 1997)**

EFEITO DE VENTO E ONDAS



Medição de ondas com ADCP no lago de Ilha Solteira.
ADCP – *Acoustic Doppler Current Profiler*

EFEITO DE VENTO E ONDAS



Mapa de ondas máximas, em metros, previstas no reservatório de Ilha Solteira.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- O presente parecer não pretende contestar qualquer estudo ou projeto sobre a dispersão dos poluentes no lago do reservatório de Ilha Solteira.
- A intenção de colaborar para a solução do conflito, apresentando aspectos técnico-científicos de natureza pouco estudada, **caso das relações vento x ondas em águas rasas**, e que aparentemente deixaram de ser tomados em conta no presente caso.
- Recomenda-se validar o projeto que definiu o ponto de lançamento, com um teste de traçadores (Rodamina) para avaliação da difusão da pluma.

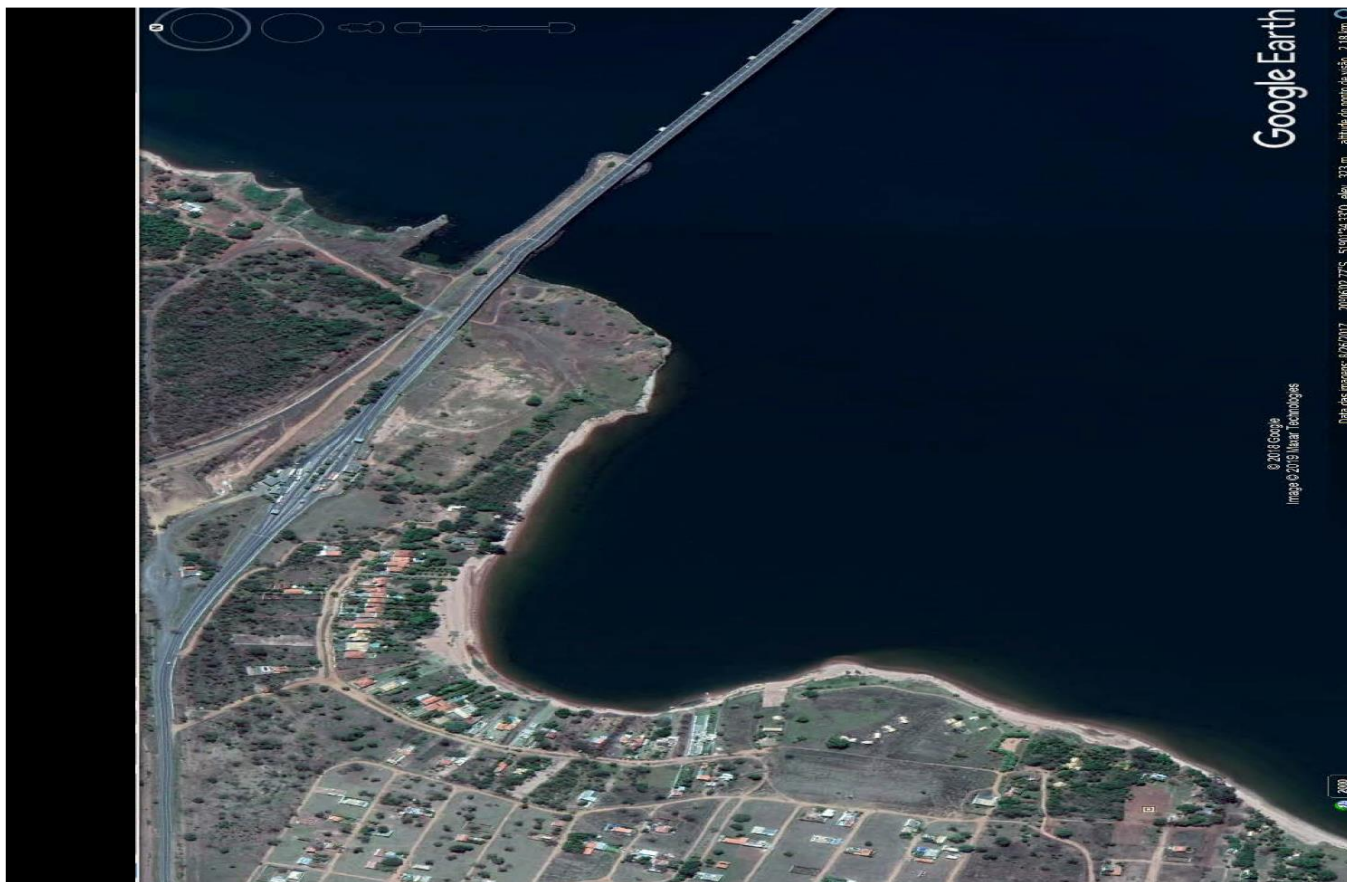
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- Ao se considerar, durante a modelagem da dispersão da pluma, os parâmetros de vento e onda, bem como a estratificação do perfil de velocidades, seria esperado como resultado uma diminuição dos valores de diluição, que se concentraria principalmente na camada superior da coluna líquida
- **Se for verificado que o projeto que definiu a atual posição de lançamento não levou consideração as condições de contorno citadas para o cálculo da diluição, seria recomendável que fosse revista a localização atual do ponto de lançamento, pois torna-se provável a hipótese de que a diluição prevista fique abaixo das exigências do nível de balneabilidade.**
- Caso esta possibilidade seja verificada, seria necessário estender a parte submersa do atual ponto de lançamento do efluente, situado a cerca de 130m da margem, para uma distância que garanta que a diluição, nas condições de escoamento resultantes das condições de contorno acima referidas.

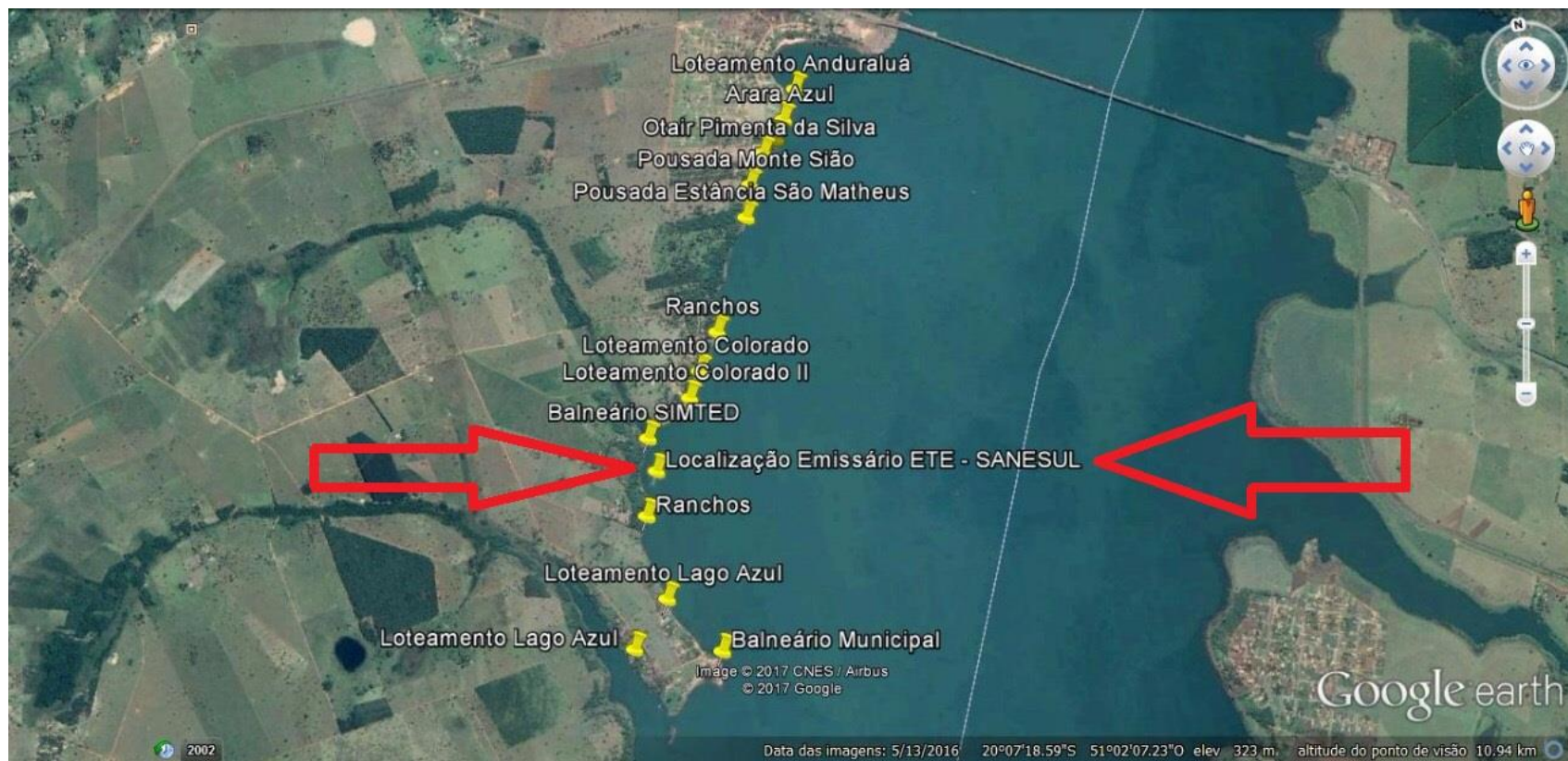
EMISSÁRIO



Vista do Balneário



Vista do Balneário



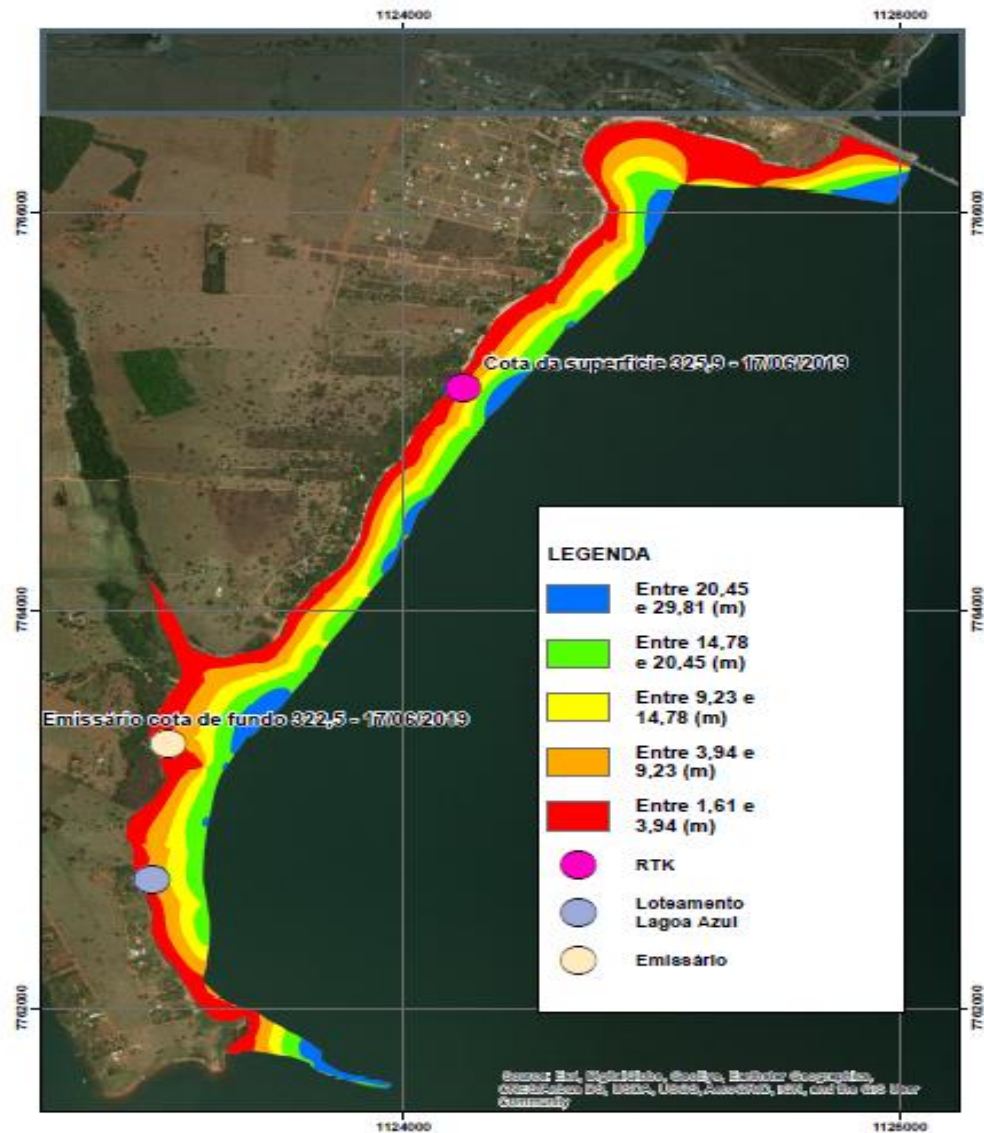
Local de Desague do Emissário

BACIA + ÁGUAS LÊNTICAS

EMISSÁRIO



Batimetria



- 
- Agradeço pela atenção

Teoria da Dispersão

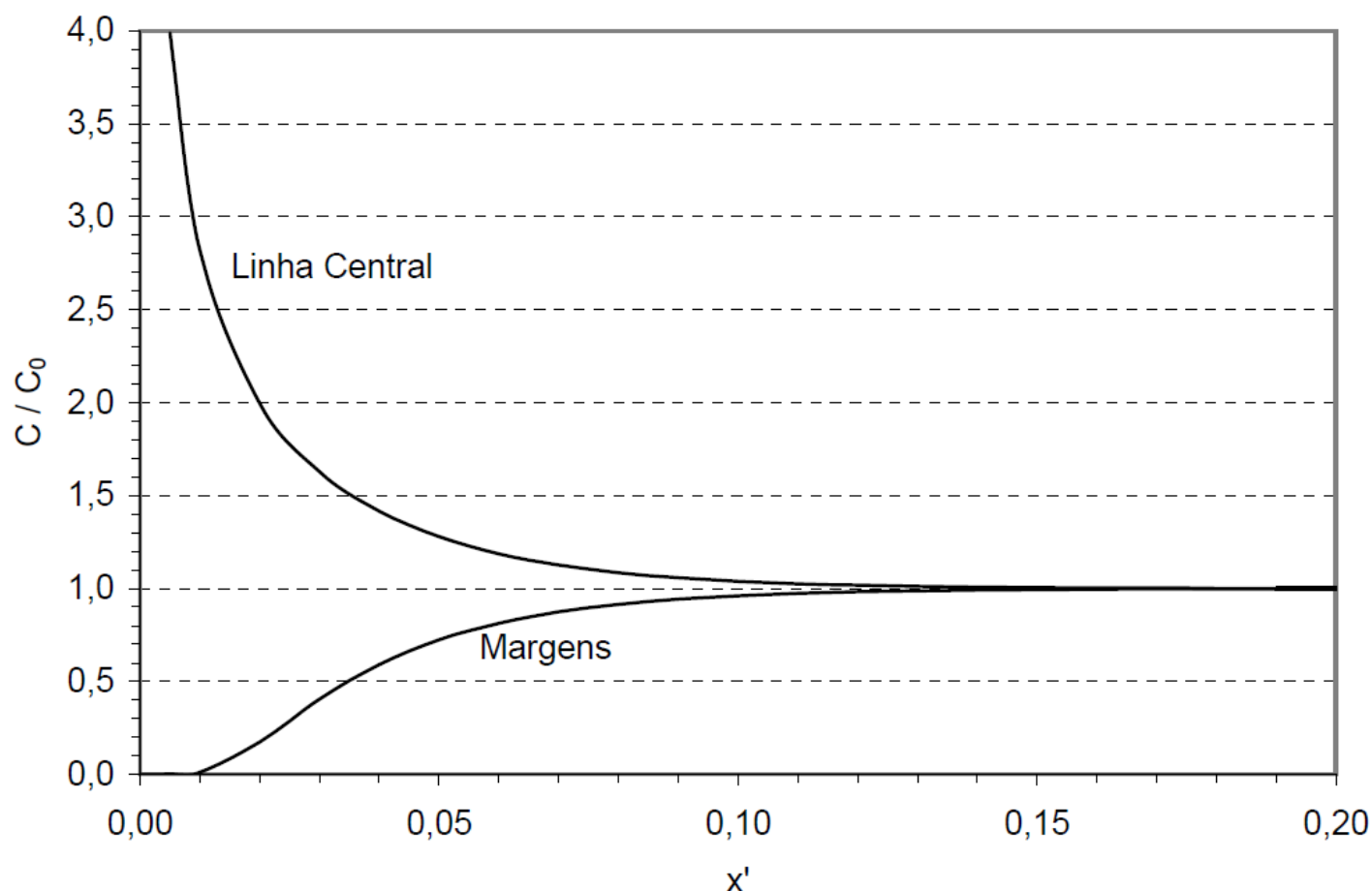


Figura 7.28: Concentração adimensional ao longo da linha central da pluma e junto às margens, resultantes de lançamento contínuo de efluente no centro do rio.

Variáveis definidas na eq. 7.92.

Teoria da Dispersão

Um resultado interessante que se observa na figura 7.28 é a distância necessária para o efluente misturar-se completamente na seção transversal. A partir de $x' = 0,10$ as duas curvas aproximam-se do valor unitário, indicando que a concentração, para todos os fins práticos, é igual à concentração média C_0 .

Assim, para lançamento no centro do rio, a distância para mistura completa na seção transversal é dada por:

$$x' = \frac{L \varepsilon_{yy}}{\bar{u} W^2} = 0,1 \quad \Rightarrow \quad L = 0,1 \frac{\bar{u} W^2}{\varepsilon_{yy}} \quad 7.96$$

____ Distância para mistura completa de lançamento nas margens

A solução adimensional da figura 7.28 pode representar um lançamento de efluente junto à margem de um rio com largura W com facilidade, pois a situação é equivalente ao que ocorre num lançamento na linha central de um rio com largura $2W$.

Temos então, para o valor $x' = 0,1$ a seguinte condição:

$$x' = \frac{L \varepsilon_{yy}}{\bar{u} (2W)^2} = 0,1 \quad \Rightarrow \quad L = 0,4 \frac{\bar{u} W^2}{\varepsilon_{yy}} \quad 7.97$$

A equação 7.97 mostra que, embora o valor adimensionalizado seja o mesmo, o comprimento necessário para homogeneizar um lançamento junto à margem é quatro vezes maior do que o requerido pelo lançamento central.