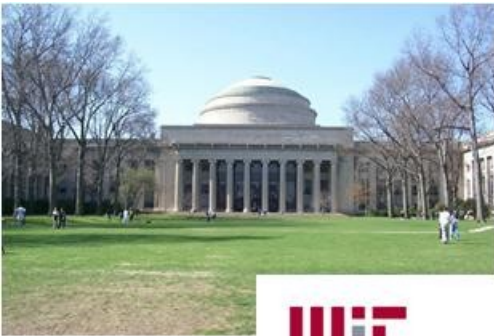
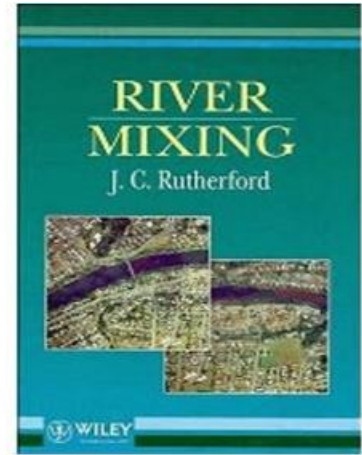
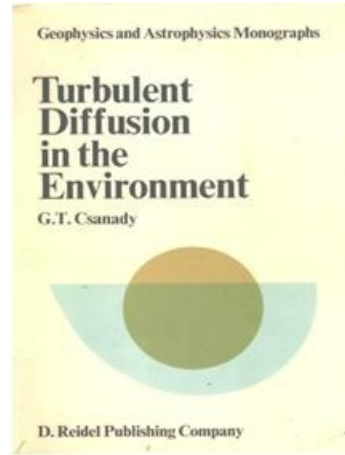
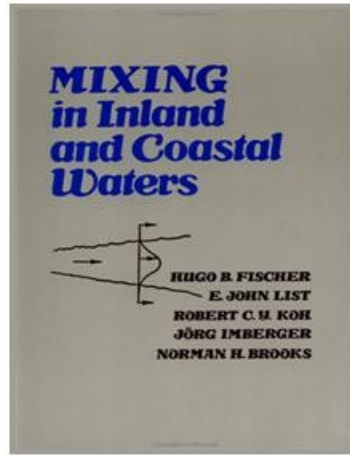
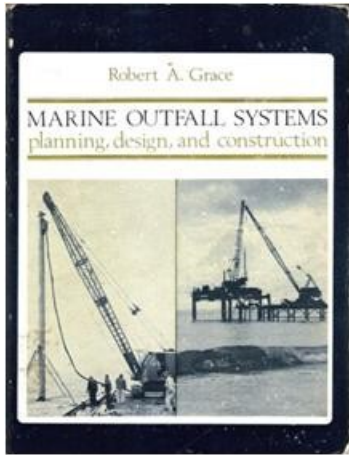


Descarte de Efluentes Líquidos via Emissários Submarinos

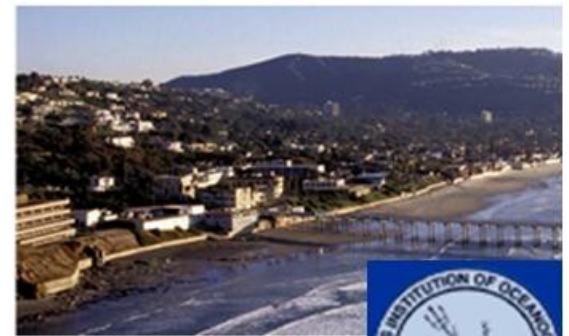
Rubens M. Moreira
Brasília - 31 /Março /2009

Descarte de Efluentes Líquidos via Emissários Submarinos

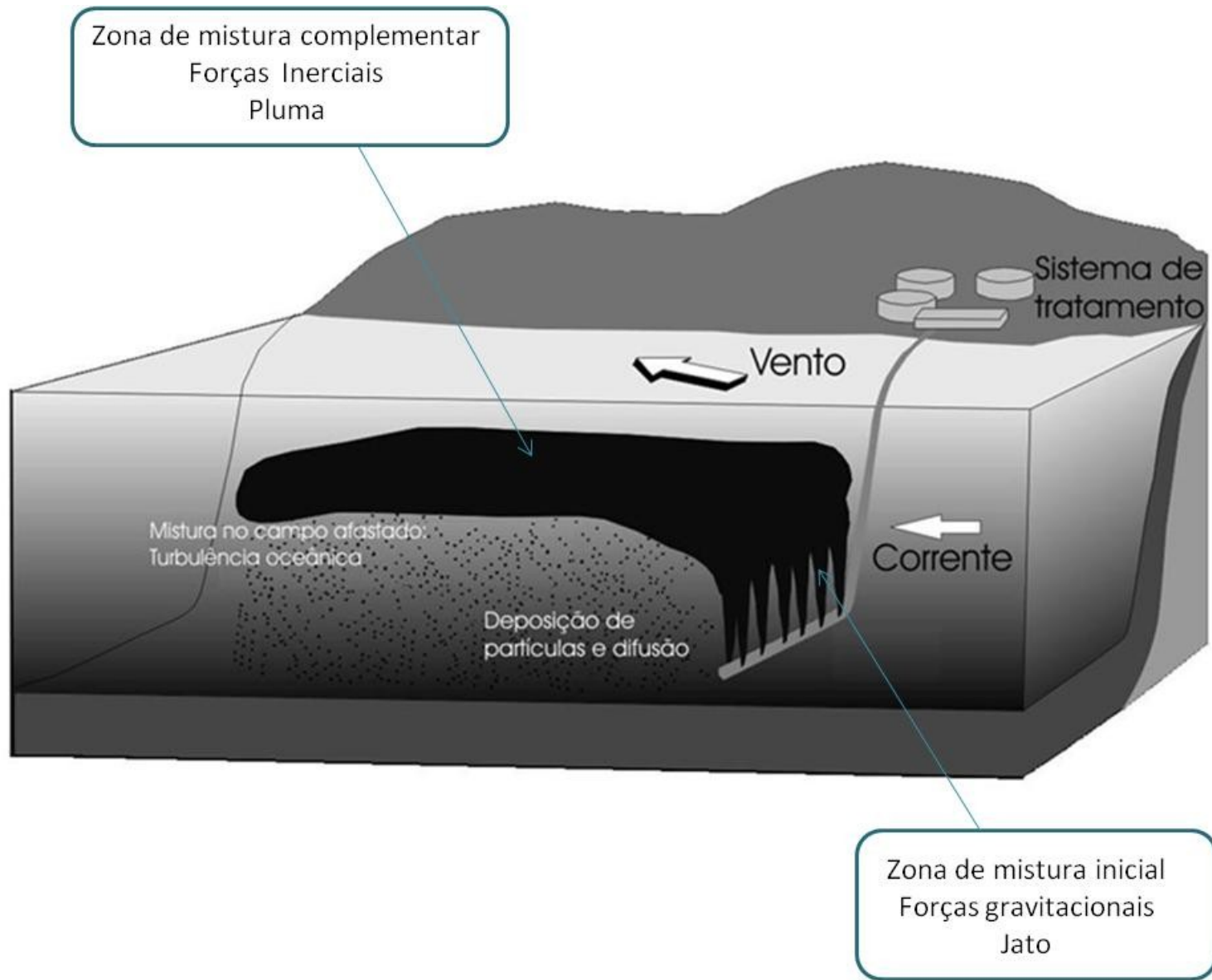
- O Equipamento Emissário Submarino
- Legislações Internacionais
- O emissário e a diluição de efluentes
- Otimizar o processo de diluição na descarga
- Tirar proveito dos processos ambientais
- Monitorando o desempenho do emissário
- Zonas de misturamento
- Conclusões



Massachusetts
Institute of
Technology



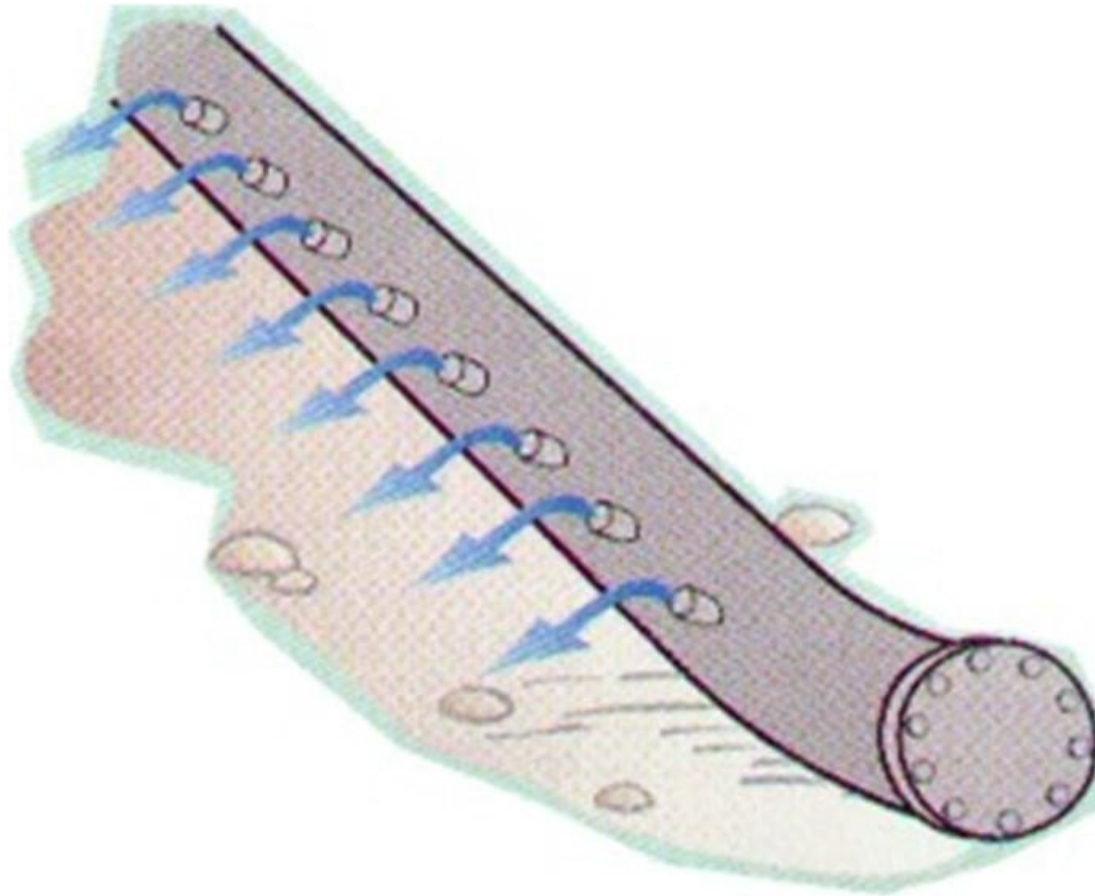




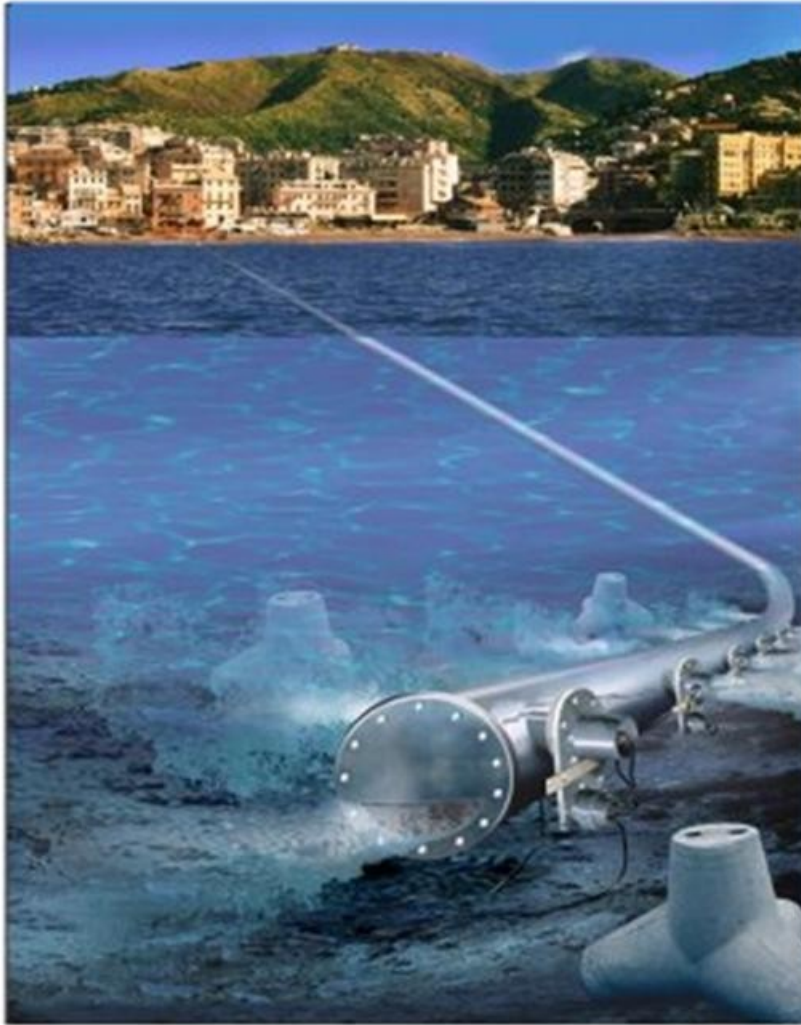
Embocadura de um rio no oceano



Aumentar a capacidade diluidora



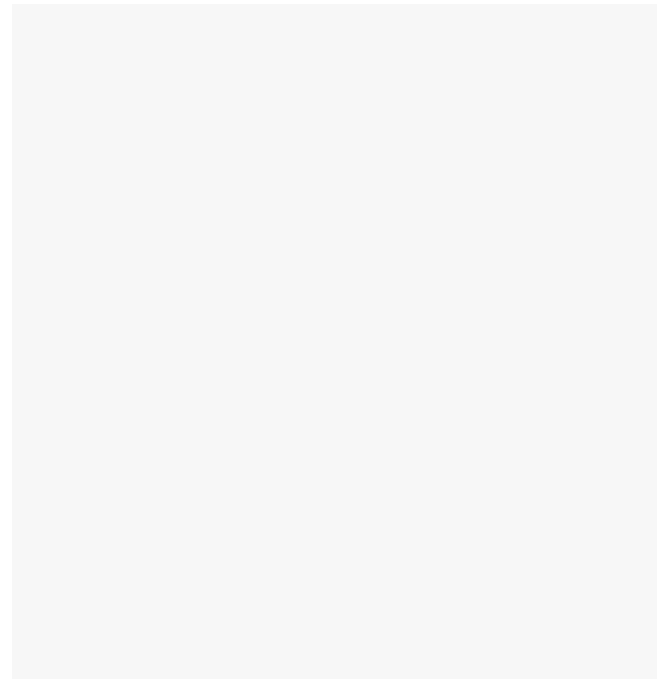
Afastar, descarregar em locais mais adequados, otimizar a dispersão



O trecho final do emissário – o difusor



A diluição

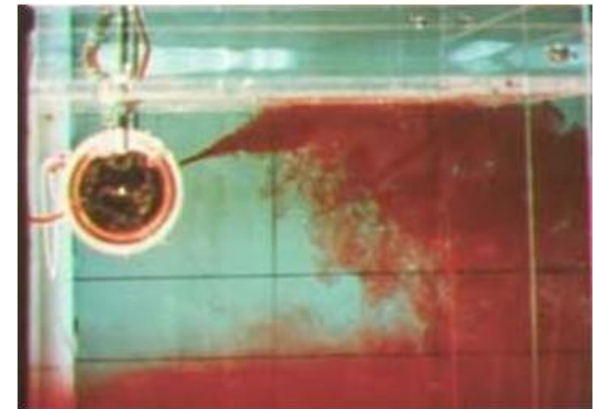
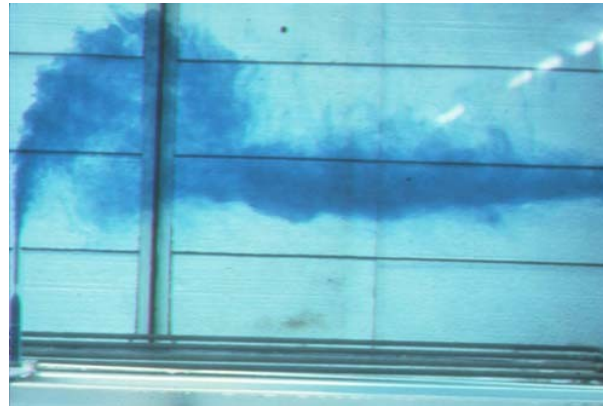


O jato – Campo Próximo da descarga

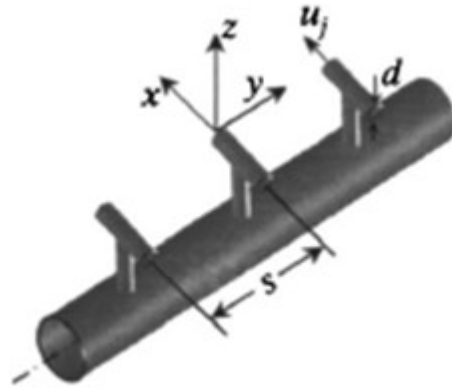


O estudo teórico dos jatos foi efetuado com o auxílio de modelos reduzidos em laboratório.

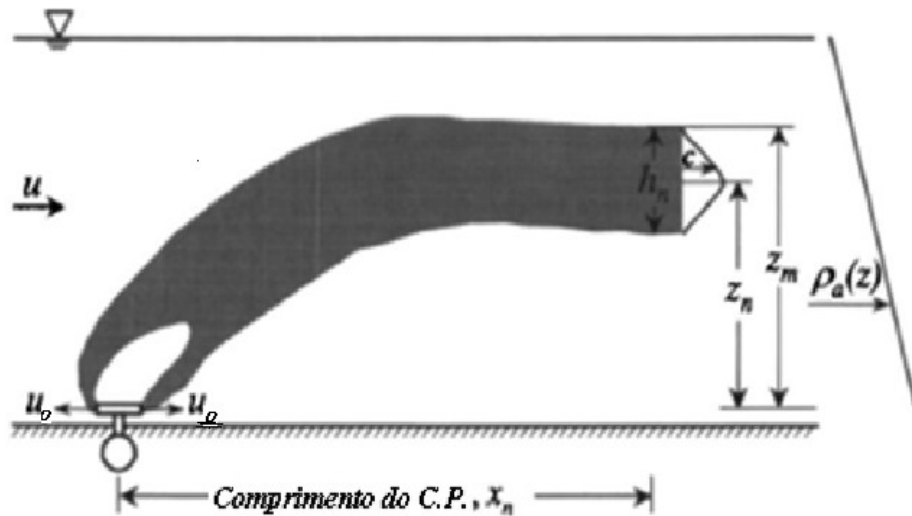
Eles permitem controlar e variar os parâmetros hidrodinâmicos.



Análise dimensional ⇒ Correlações



Difusor



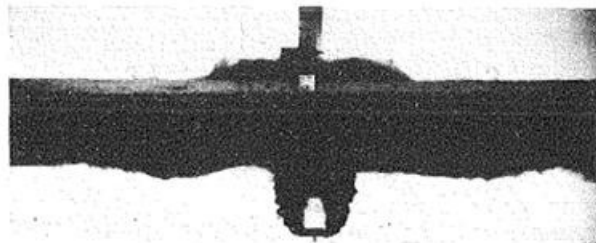
Vista lateral

$$\frac{S_n q N}{b^{2/3}} = C_6 \left(\frac{s}{l_b} \right)^{-1/3} F^{1/9}$$

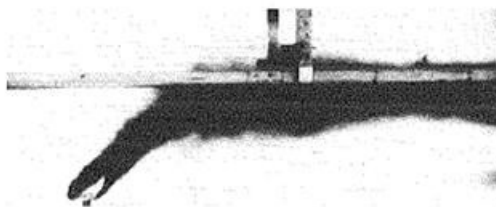
$$\frac{z_n}{l_b} = C_9 \left(\frac{s}{l_b} \right)^{1/3} F^{-1/9}$$

$$\frac{z_m}{l_b} = C_{10} \left(\frac{s}{l_b} \right)^{1/3} F^{-1/9}$$

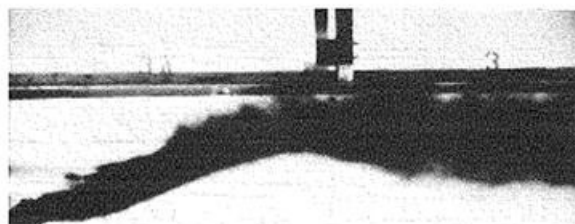
$F=0$



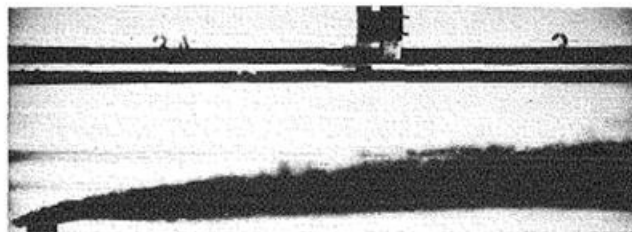
$F=0.1$



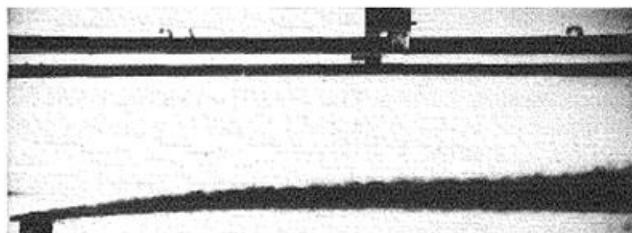
$F=1$



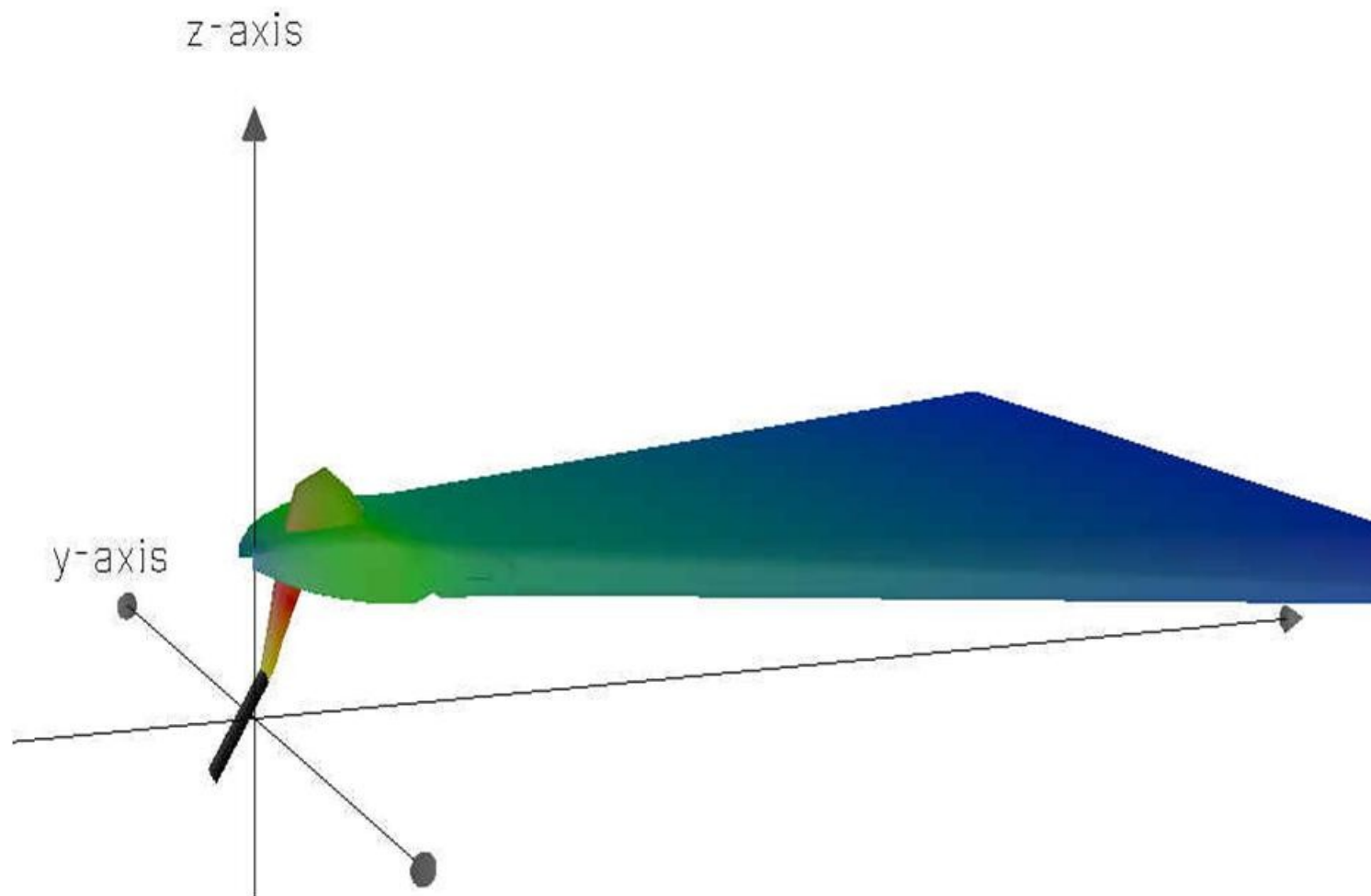
$F=10$

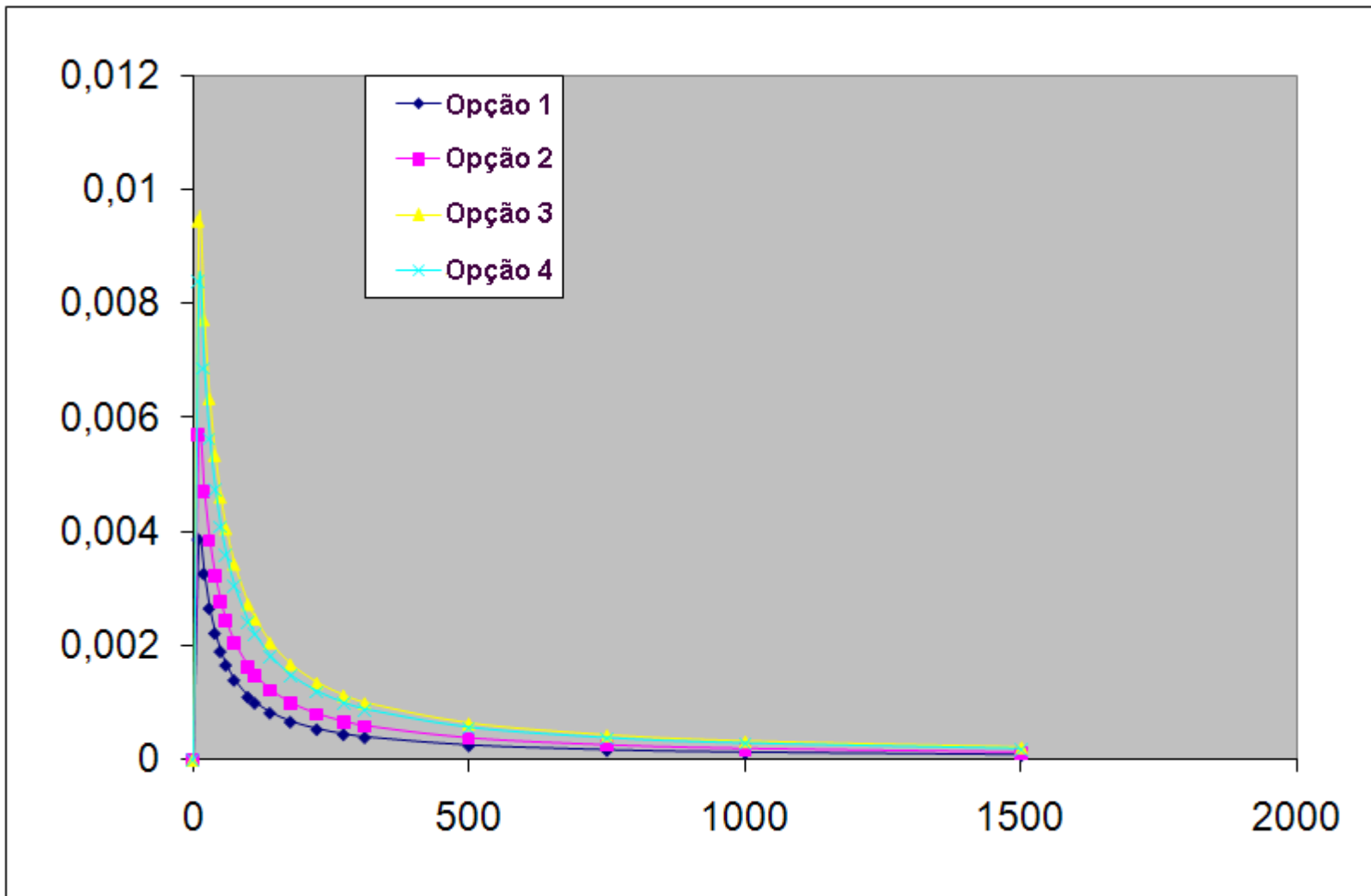


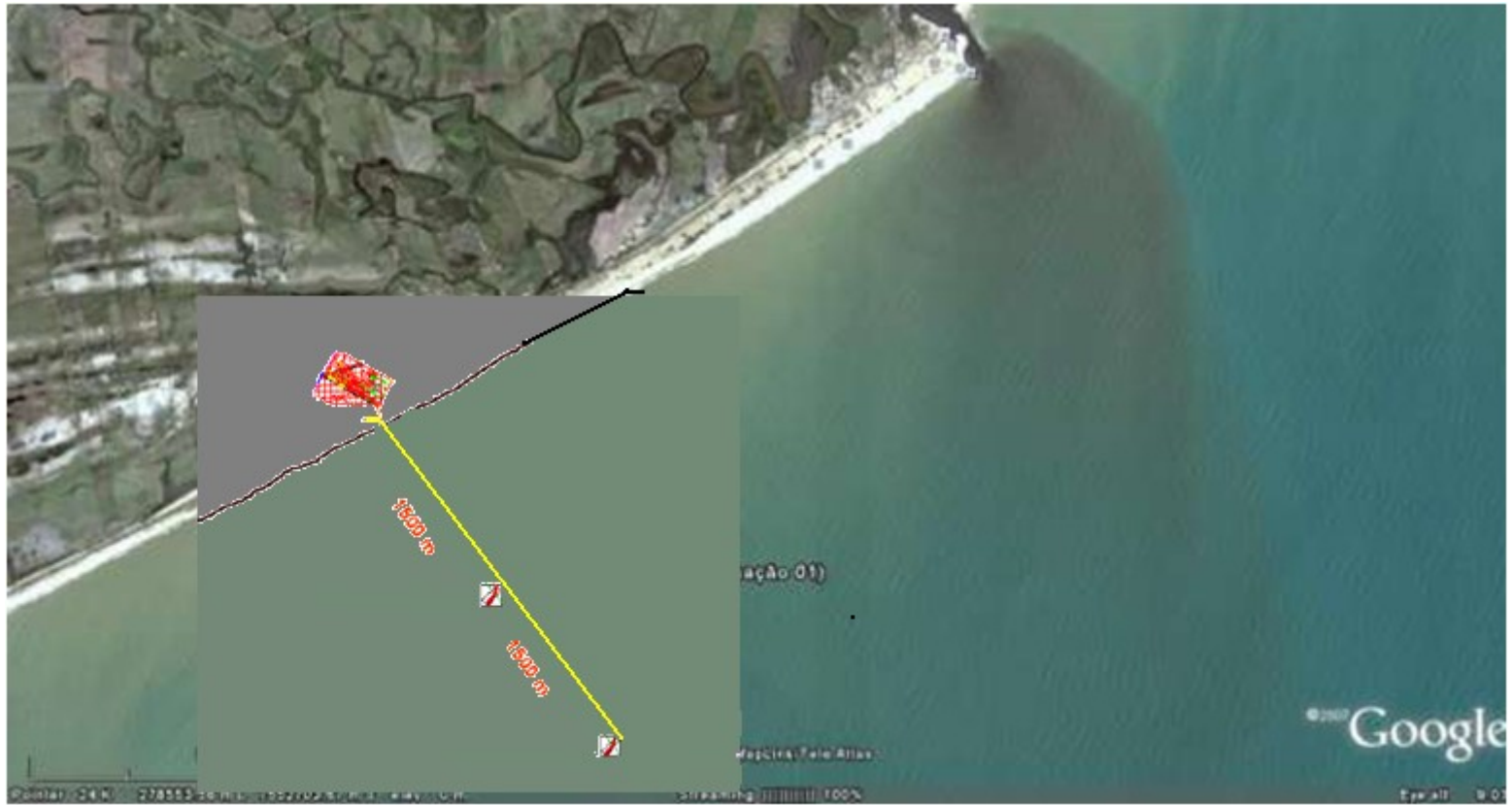
$F=100$



Modelagem agregando os campos próximo e afastado









Estudos prévios ao projeto/implantação do emissário

- EIA
- Medições de ventos, correntes, marés, ondas
- Medições de salinidade e temperatura da água
- Batimetria e sondagens do fundo
- Dinâmica dos sedimentos no local

Lançamento de um emissário



A diver in a black wetsuit and mask is swimming horizontally over a sandy seabed. The diver is wearing a black wetsuit, a black mask, and a black BCD. The seabed is covered in sand and small coral patches. The water is clear and blue.

Monitoração do Desempenho do Emissário

Monitoração de Parâmetros Físico-Químicos

Amostragem



Análise



Injeção Contínua de Traçador

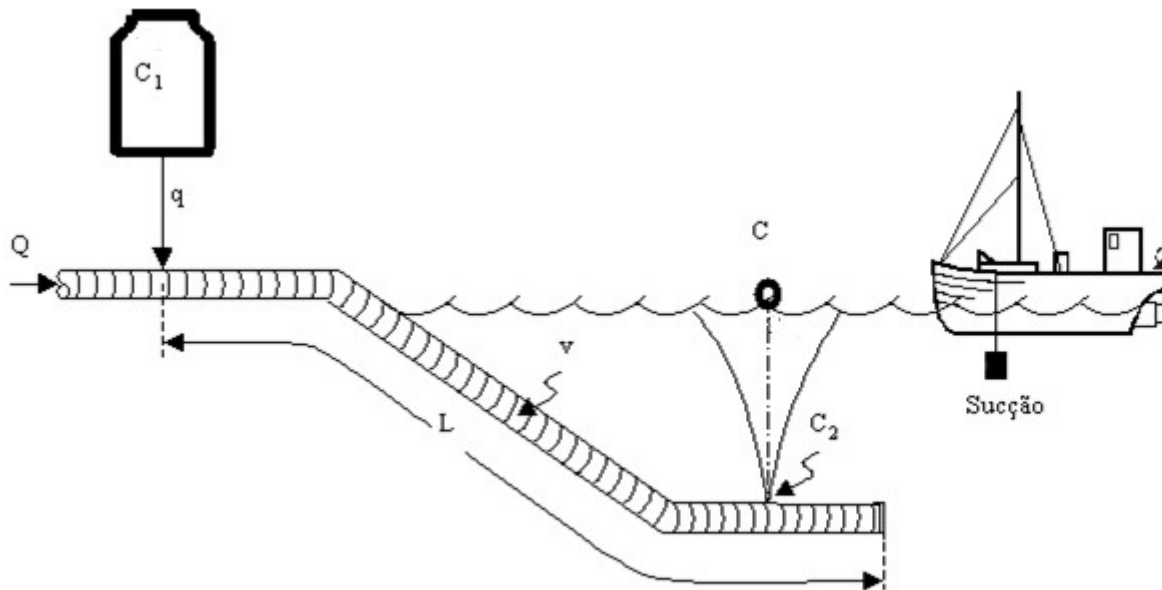
Q = vazão do efluente no emissário

q = vazão da injeção contínua de traçador

C_1 = concentração da solução de traçador injetada

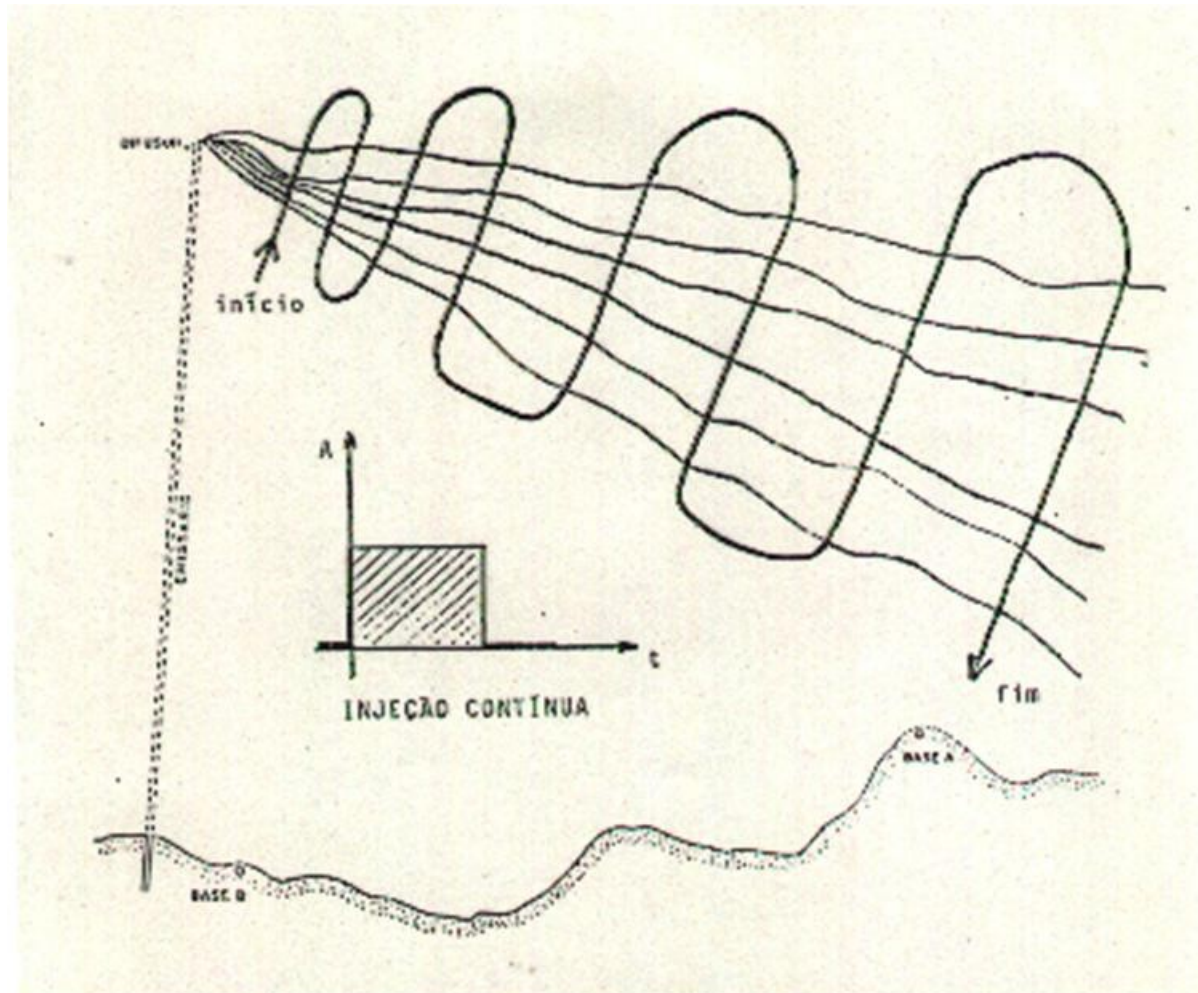
C_2 = concentração do traçador no efluente dentro do emissário após mistura completa

C = concentração do traçador no final do jato (no borbulhão)



$$S_{min} = \frac{C_{max}}{C_2}$$

Trajetoira da embarcação para varredura



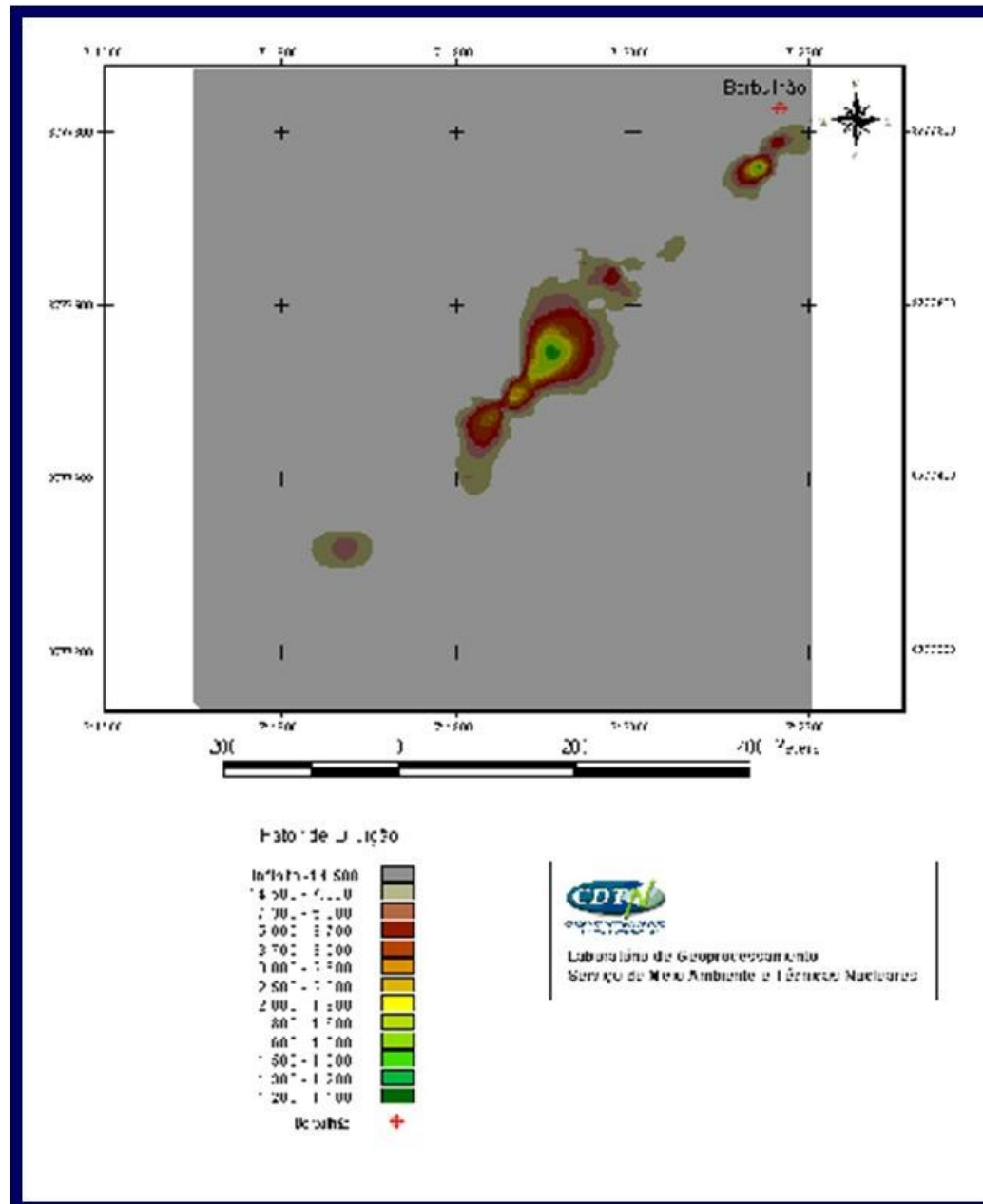


Injeção do traçador no emissário



Detecção do traçador em curso

Reconstituição da pluma – Isopletas de concentração



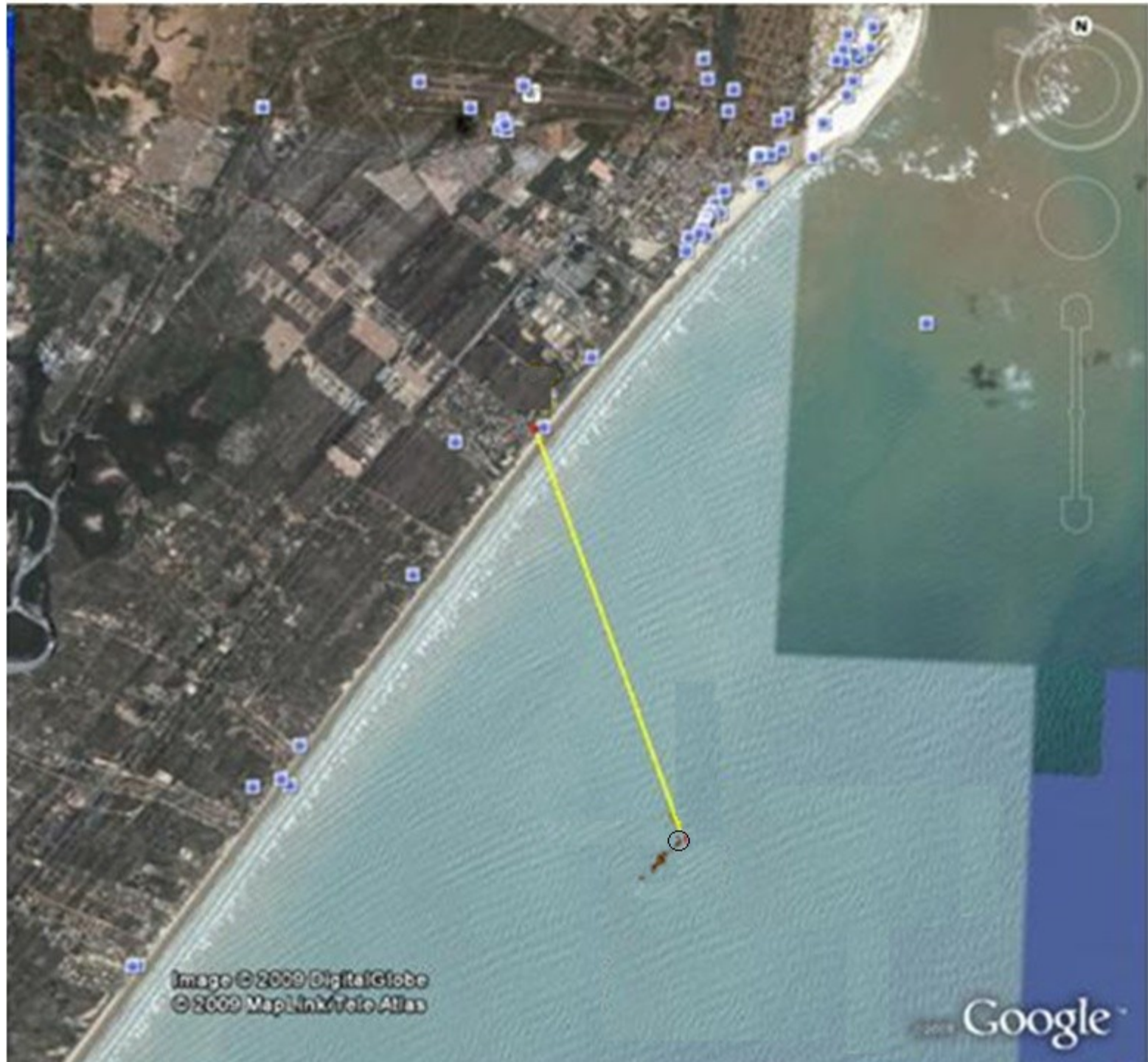
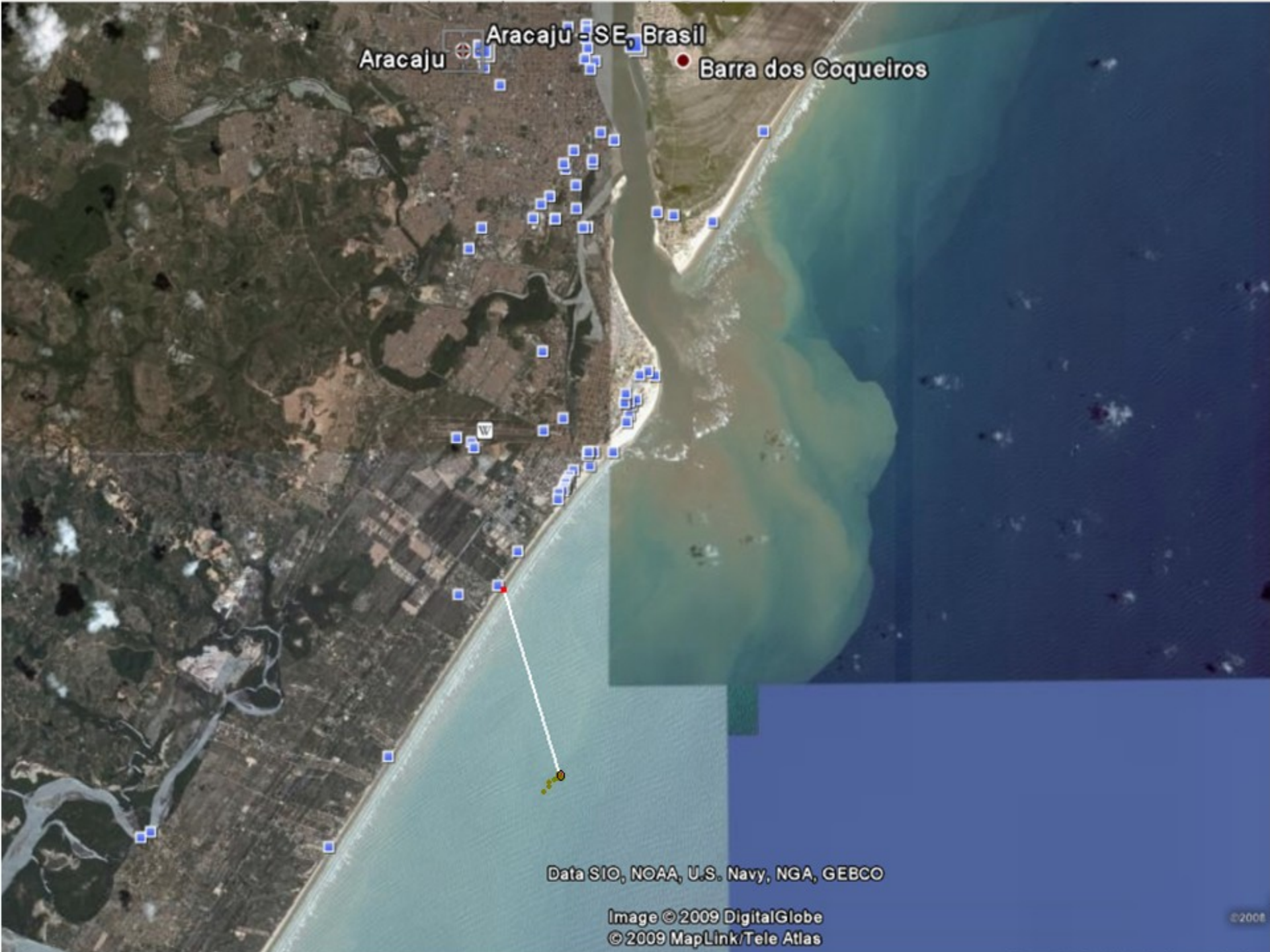


Image © 2009 DigitalGlobe
© 2009 MapLink/Tele Atlas

Google



Aracaju Barra dos Coqueiros
Aracaju - SE, Brasil

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Image © 2009 DigitalGlobe
© 2009 MapLink/Tele Atlas

Legislação Americana
(Clean Water Act → USEPA, "Quality Criteria for Water", U.S. Environmental
Protection Agency, Washington, D.C. ,1976)

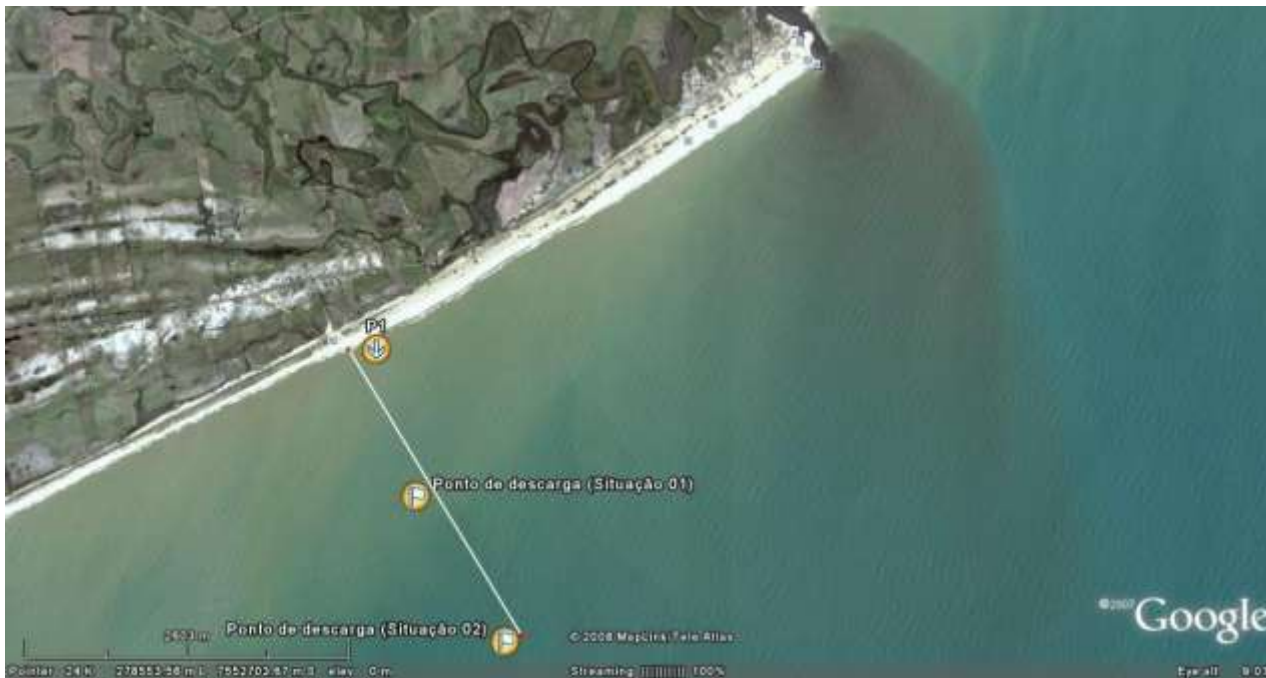
Trabalha com o conceito de Zona de Mistura (ZM). Literalmente ela diz:
“ZM é uma região contígua à descarga onde a qualidade da água pode não
satisfazer todos os critérios de outra maneira aplicáveis à água receptora. É óbvio
que sempre que um efluente for adicionado a um corpo receptor, haverá uma zona
de mistura. A zona de mistura deve ser considerada o espaço onde os rejeitos e a
água se misturam e não um local onde os efluentes são tratados”.

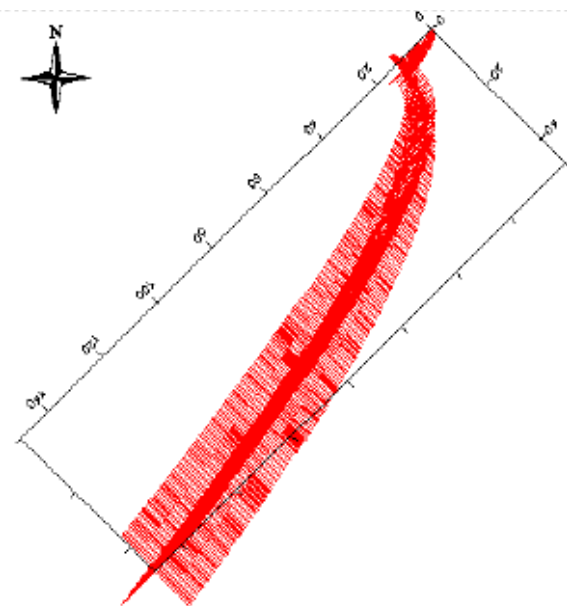
A ZM pode ser definida por numéricos, do tipo:

$$\text{Raio da ZM} \leq 50 \times \sqrt{\text{Área do bocal de descarga}}$$

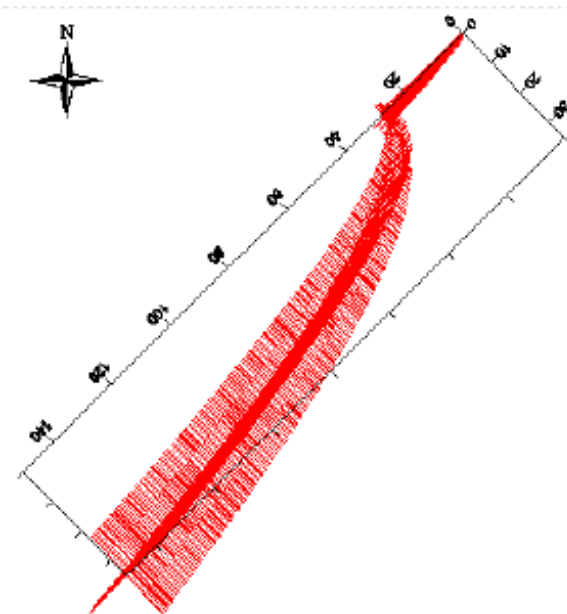
$$\text{Raio da ZM} \leq 5 \times \text{Profundidade no local}$$

Negociações entre o proponente e o Órgão Ambiental caso-a-caso,
fundamentadas em evidências apresentadas pelo proponente





Emissário Situação 01



Emissário Situação 02

Emissário	Vazão (m³/s)	Comprimento (km)	Diâmetro (m)
Los Angeles	11	3,6	3
San Francisco	20	7,1	4,3
Boston	55,6	15	7,6
Taipei	22	6,7	3,6
Barra da Tijuca	5,3	5	1,6 x 2
Nitrofertil	0,05	4,4	0,2

Conclusões

- A tecnologia de emissários está fundamentada em estudos sólidos e atualmente é amplamente praticada em vários países de diversas regiões do globo.
- O desempenho na zona de mistura inicial pode ser otimizado pelo projetista via a localização, dimensionamento e variáveis hidráulicas.
- O desempenho na zona de mistura complementar é otimizado tirando-se proveito das características oceanográficas do meio receptor.
- Estas características são definidas efetuando-se estudos prévios para definir a estrutura e o comportamento do corpo receptor.
- Calibrados com estes dados, os modelos matemáticos de vários níveis hoje disponíveis podem confiavelmente prever desempenho do emissário em condições diferentes.

Conclusões

- A exigência de se ter na entrada de um emissário submarino as mesmas concentrações máximas normativas estabelecidas para um descarte final deixa de aproveitar a capacidade depuradora do oceano (fotólise, oxidação, hidrólise, metabolização, evaporação e outros mecanismos), na prática desestimulando ou mesmo inviabilizando o uso de emissários visto que, nestas condições o empreendedor em princípio teria que usar uma simples tubulação de despejo para o descarte de seus efluentes finais já enquadrados, privando a sociedade da utilização de uma tecnologia idônea para a disposição dos efluentes por ela gerados.
- O próprio conceito de emissário submarino pressupõe o controle ambiental pela manutenção das condições do corpo hídrico receptor fora de uma zona de mistura bastante restrita, e não pelas concentrações na entrada do emissário.
- Frequentemente a opção menos agressiva ao meio ambiente é um tratamento simples em terra, complementarmente seguido de uma adequada dispersão em alto mar por um emissário apropriadamente projetado.
- Parece ser uma opção mais consistente técnica e ambientalmente a legislação ambiental prever a análise individual do licenciamento do uso de emissários submarinos estabelecendo em cada caso as concentrações máximas admissíveis na entrada e a zona de misturamento máxima admissível na saída.



FIMI