

# A utilização de sedimentos como ferramenta de avaliação de emissários submarinos

Cigarras

## GT CONAMA SUB-GRUPO SANEAMENTO

ILHABELA

Saco da Capela

SÃO  
SEBASTIÃO

Tebar

Preta do Norte

Araçá

José Eduardo Bevilacqua  
CETESB

# HISTÓRICO

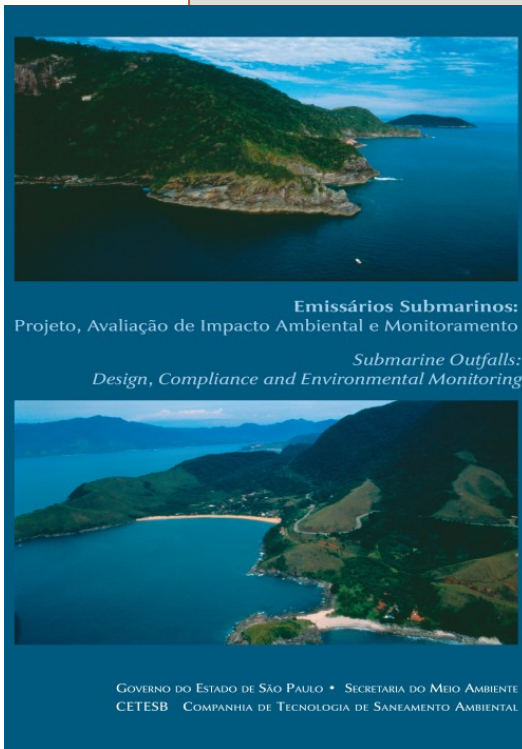
2000 – Primeiros monitoramentos dos emissários

2002 - A CETESB inicia o monitoramento sistemático dos emissários em apoio aos licenciamentos do DAIA/SMA

2003 – A CETESB organiza com a EPUSP o Workshop Internacional “Emissários Submarinos: Projeto, Avaliação de Impacto Ambiental e Monitoramento”

2007 – A CETESB publica com a EPUSP um livro com resultados do Workshop internacional e um Relatório abordando o monitoramento dos Emissários Submarinos.

2003 ATÉ O PRESENTE – A CETESB divulga os resultados dos monitoramentos dos emissários monitorados no litoral paulista.

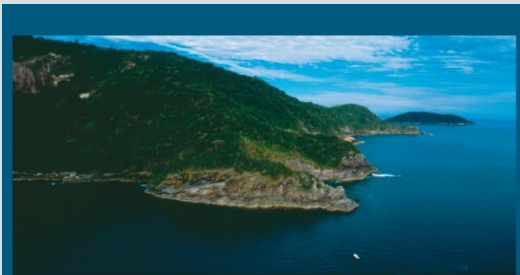




W O R K S H O P ( 2 0 0 7 )

C E T E S B / E P U S P

# E L E M E N T O S D E A V A L I A Ç Ã O



**Emissários Submarinos:**  
Projeto, Avaliação de Impacto Ambiental e Monitoramento

*Submarine Outfalls:  
Design, Compliance and Environmental Monitoring*



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO • SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
CETESB • COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

C O N C E P ç ã o — C O N S T R U ç ã o

P R O G N Ó S T I C O ( M O D E L A ç ã o D O S D A D O S )

D I A G N Ó S T I C O ( M O N I T O R A M E N T O P R É , P Ó S  
R E V I S I T A S )

M O N I T O R A M E N T O D E M A N U T E N ç ã o

T O M A D A S D E D E C I S ã o

T O D A S A S A B O R D A G E N S L E V A R A M E M C O N T A O  
T R A T A M E N T O P R I M Á R I O D O S E F L U E N T E S L A N Ç A D O S



Cubatão

Branco

Largo da Pompeba

SÃO VICENTE

SANTOS

GUARUJÁ

PRAIA GRANDE

Santos

Guarujá

São Vicente

Gonzaga

Milionários

Itararé

José Menino

Boqueirão

Embaré

Aparecida

Ponta da Praia

Bale de Santos

Enseada

Pitangueiras

Astúrias

Ponta das Galhetas

Tombo

Guaiúba

Ponta Grossa

Ponta Itaipu

Praia Grande I

Guilhermina

Boqueirão

Júlia Maria

Ocian

Vila Mirim

Praia Grande II

Ponta

Ilha da





Cigarras

ILHABELA

Saco da Capela

SÃO SEBASTIÃO

Tebar

Itaquanduba

Preta do Norte

Araçá

# DEFINIÇÕES

**sedimento é um compartimento ambiental que desempenha um papel fundamental na qualidade da água, pois acumula e, em muitos casos, redistribue espécies químicas à biota**

**A operação de emissários submarinos pode alterar a qualidade dos sedimentos, em grandes distâncias do lançamento;**

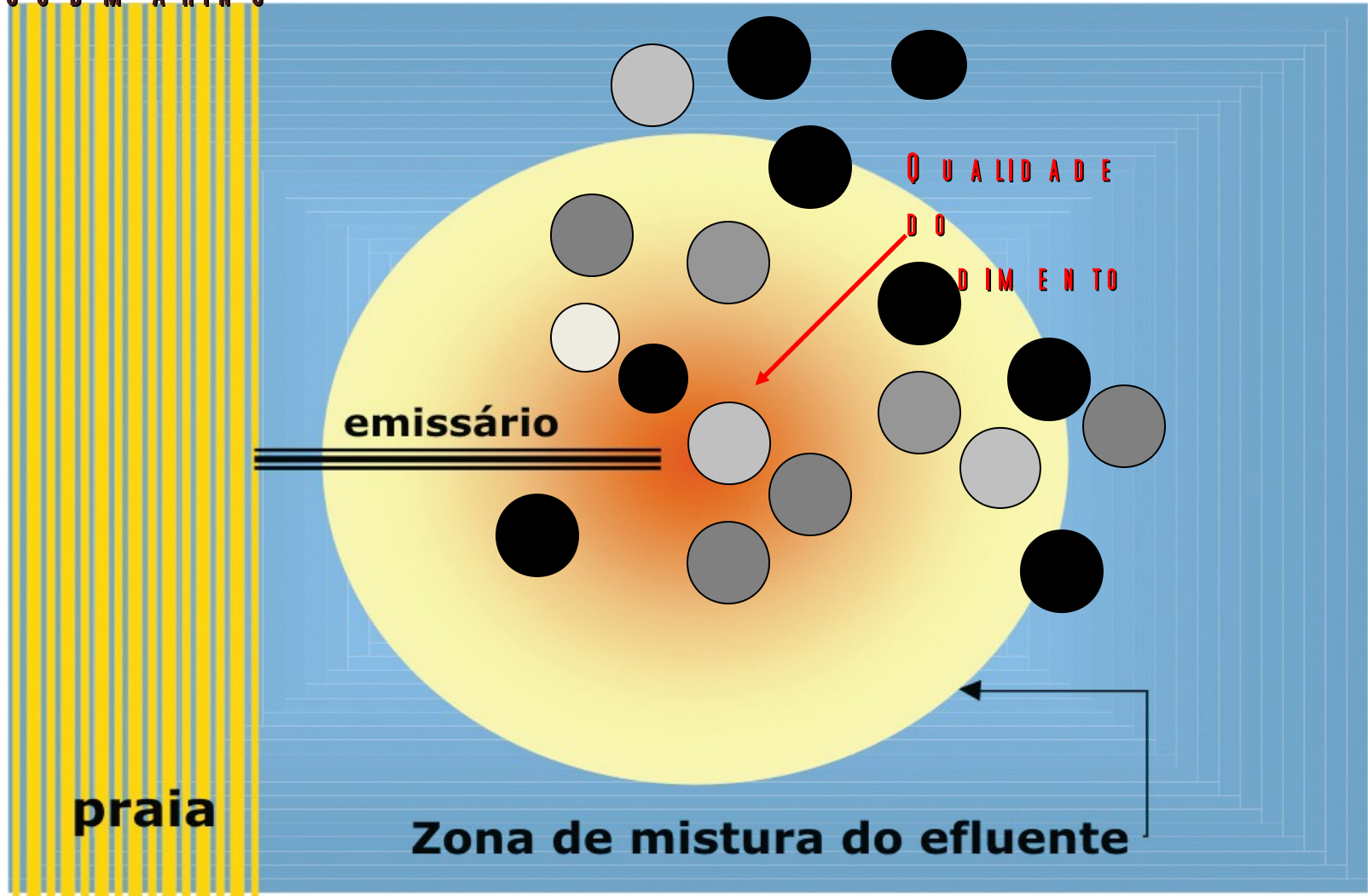
*N O S C A S O S O N D E O  
M O N I T O R A M E N T O D A S  
Á G U A S N ã O P E R M I T E  
C O N C L U I R S O B R E O  
I M P A C T O D O S  
E M I S S Á R I O S , O  
S E D I M E N T O P A S S A A T E R*



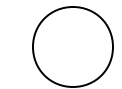
**Sedimentos da Baía de Santos**



# QUALIDADE DOS SEDIMENTOS NO ENTORNO DO EMISSÁRIO SUBMARINO



ESCALA



Normal



Ruim





S Ó L I D O S   S U S P E N S O S   N O  
E F L U E N T E   A F E T A M   A  
Q U A L I D A D E   D O   L O C A L   D E  
L A N Ç A M E N T O   E  
A D J A C Ê N C I A S   ? ? ?

EMISSÁRIO PRAIA GRANDE 1 - 2008



S Ó L I D O S S U S P E N S O S E

Q U A L I D A D E

- ✓ Sólidos suspensos de efluentes tem tamanho  $>0,45 \mu\text{m}$  (partículas e colóides);
- ✓ São compostos por matéria orgânica: carboidratos, polissacarídeos, peptídeos e material fecal;
- ✓ Alteram a turbidez da água e consome OD;
- ✓ Sofrem mineralização e contribuem para a eutrofização;
- ✓ Transferem uma carga microbiológica considerável para o meio marinho;
- ✓ Causam efeito estético desagradável no ambiente marinho.





S Ó L I D O S

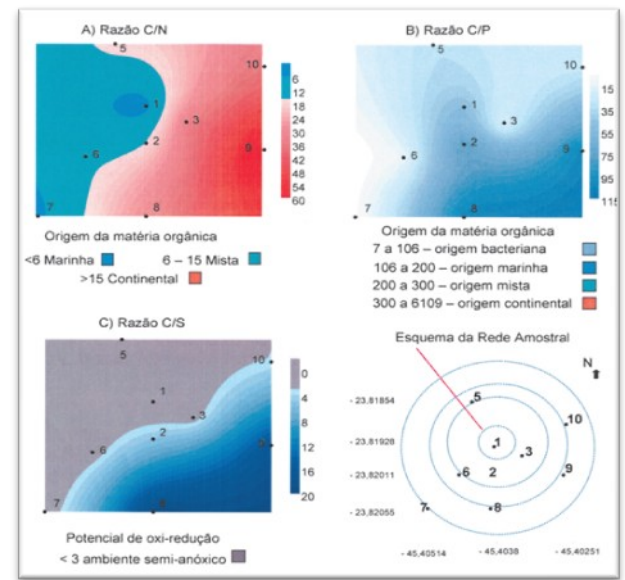
S U S P E N S O S

E

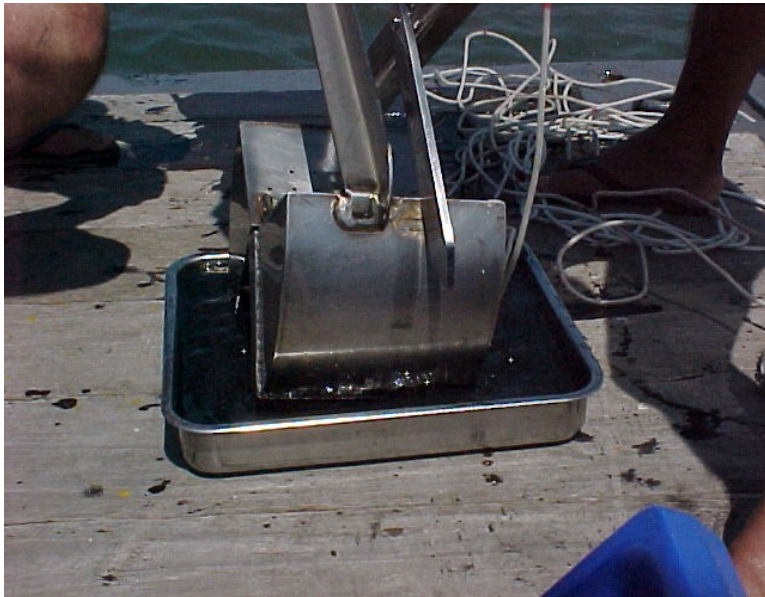
Q U A L I D A D E

- ✓ Também são metabolizados pelas bactérias heterotróficas, e pelos organismos na água e no sedimento;
- ✓ A introdução de matéria orgânica extra no oceano excede sua capacidade em processá-la, acumulando nos sedimentos, em condição anóxica.





# ***RESULTADOS DA CETESB***





# MONITORAMENTO DE ÁGUA

Tabela 12: Parâmetros de qualidade da água.

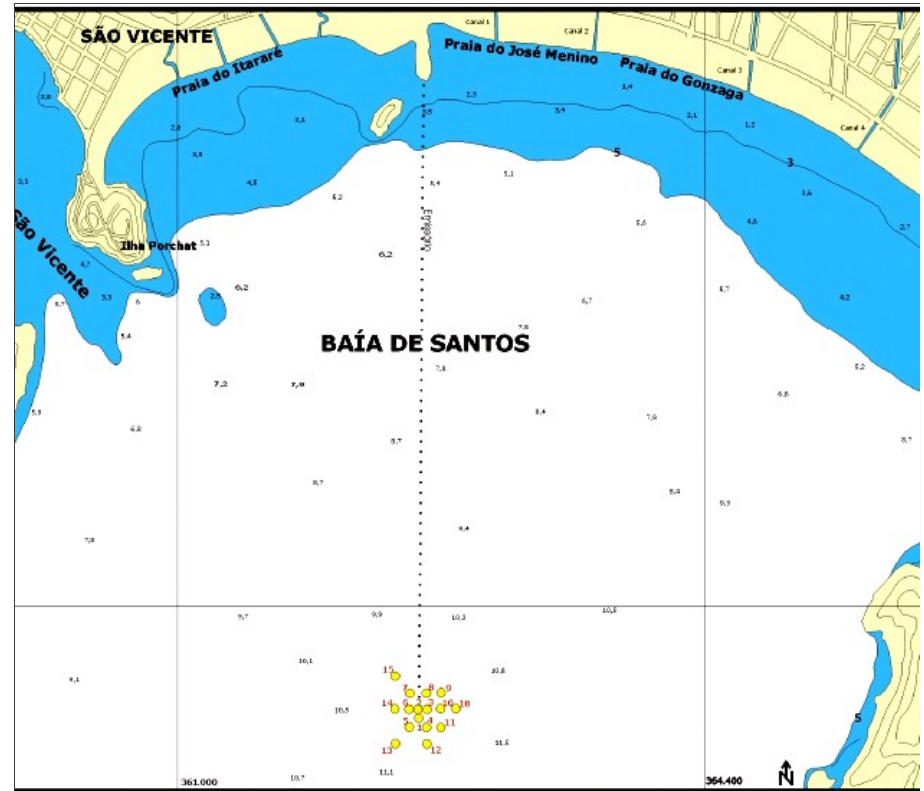
Água	Parâmetros medidos nas amostragens	
	Salinidade Condutividade pH OD Ortofosfato Fósforo total Nitrogênio amoniacal N - kjeldahl Nitrogênio nitrito Nitrogênio nitrato Fenol Resíduo total Alumínio Cádmio Cobre Chumbo Cromo Níquel Ferro Estanho Zinco Sulfeto Turbidez Sólidos totais Coliformes termotolerantes Enterococos	12 pontos + controle Sup/Meio/Fundo total = 39 amostras
	Óleos e graxas	12 pontos + controle somente superfície total = 13 amostras
	Clorofila-a	6 pontos + controle 2 réplicas total = 14 amostras
	Toxicidade aguda - Microtox	6 pontos + controle 2 réplicas total = 14 amostras



# M O N I T O R A M E N T O D E S E D I M E N T O S

Tabela 13: Parâmetros de qualidade do sedimento.

Sedimento - CETESB	pH E <sub>H</sub>	10 pontos + controle
	Resíduo total/fixo/volátil Alumínio Arsênico Cádmio Cobre Chumbo Cromo Níquel Ferro Estanho Zinco  Clostridium perfringens Coliformes termotolerantes  Óleos e graxas Benzo(a)pireno Benzeno Estireno Etibenzeno M,pXileno O Xileno Tolueno	3 pontos + controle
	Toxicidade Lytechinus Superficial	
Sedimento - IGC USP	Granulometria Carbono Orgânico Total Nitrogênio Total Enxofre Total Foraminíferos	10 pontos + controle





E M S P

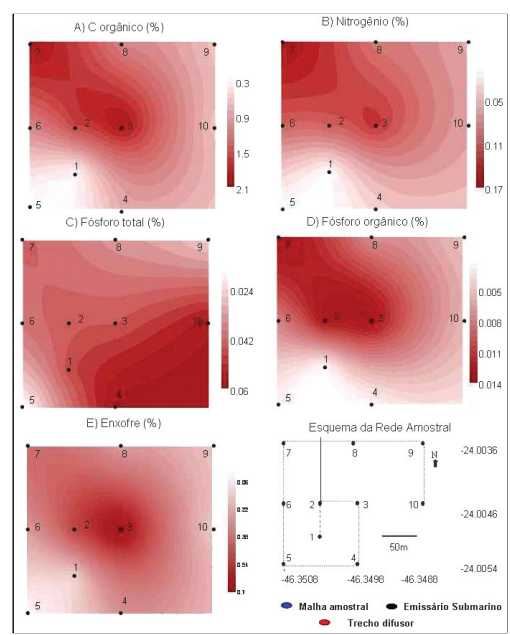
# JOSÉ MENINO (SANTOS)

- ✓ Elevada presença de finos;
- ✓ Carbono orgânico e razões C/N elevadas (fontes externas);

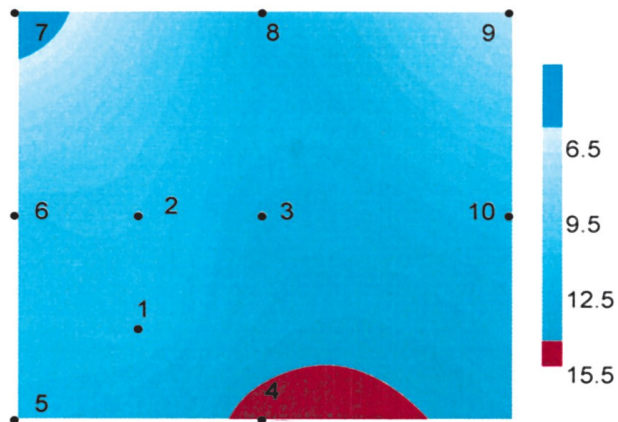


- ✓ Decomposição anaeróbia;
- ✓ Níveis elevados de *CLOSTRIDIUM PERFRINGENS* e coliformes indicando contaminação fecal;

- ✓ Baixa diversidade biológica e espécies resistentes e



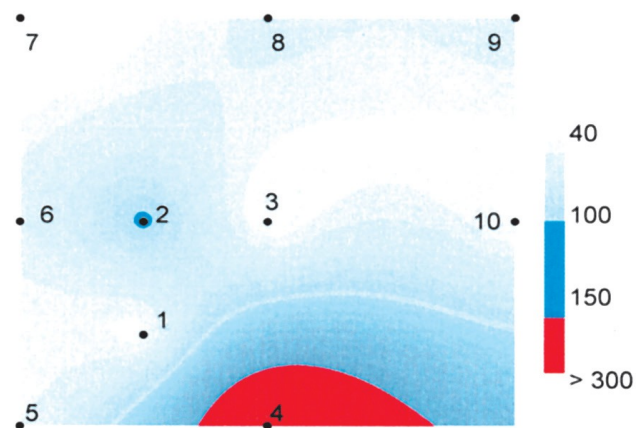
A) Razão C/N



Origem da Matéria orgânica

<6 Marinha	<span style="color: lightblue;">■</span>	6 – 15 Mista	<span style="color: blue;">■</span>
>15 Continental	<span style="color: black;">■</span>		

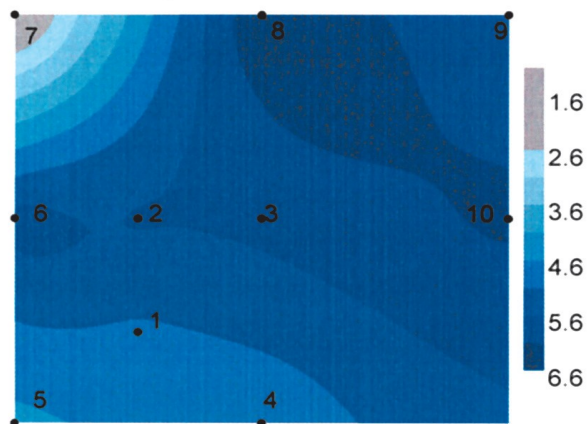
B) Razão C/P



Origem da matéria orgânica

7 a 106 – origem bacteriana	<span style="color: lightblue;">■</span>
106 a 200 – origem marinha	<span style="color: blue;">■</span>
200 a 300 – origem mista	<span style="color: cyan;">■</span>
300 a 6109 – origem continental	<span style="color: red;">■</span>

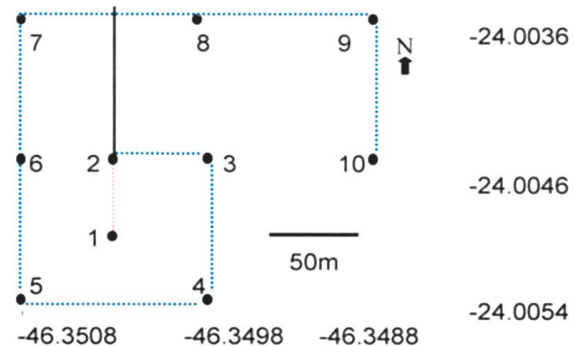
C) Razão C/S



Potencial de oxi-redução

< 3 ambiente semi-anóxico	<span style="color: grey;">■</span>
---------------------------	-------------------------------------

Esquema da Rede Amostral



<span style="color: blue;">●</span> Malha amostral	<span style="color: black;">●</span> Emissário Submarino
<span style="color: red;">●</span> Trecho difusor	





*R E S U L T A D O S D E A L G U N S  
E M I S S Á R I O S E M S P*

## ***Praia Grande 1***

✓ Acúmulo de matéria orgânica e nutrientes;

✓ *N Í V E I S*

*E L E V A D O S D E*

*C L O S T R I D I U M*

*P E R F R I N G E N S* e

coliformes indicando contaminação fecal;

✓ Anoxia e decomposição

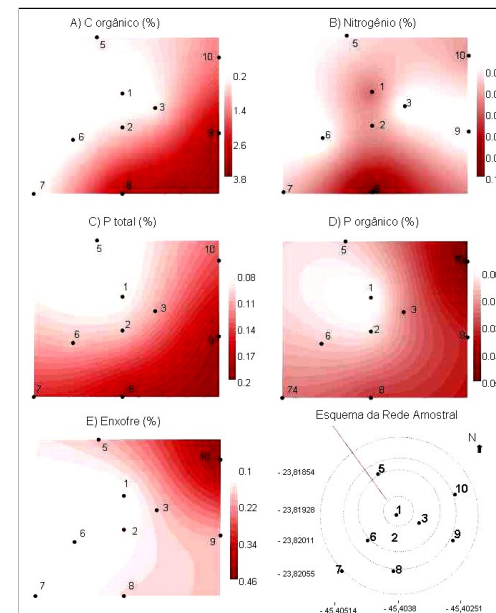




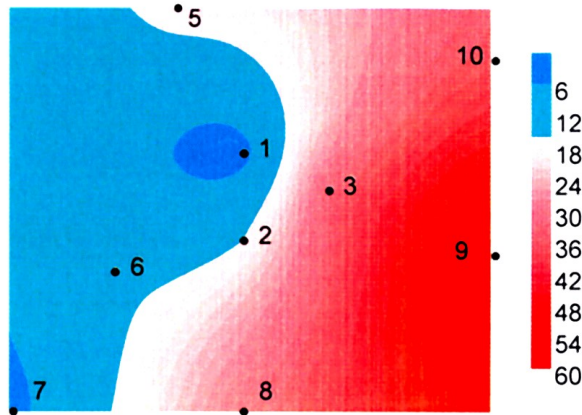
# Resultados de alguns emissários em SP

## Araçá (S. S E B A S T I ã o )

- ✓ Areia fina e silte;
- ✓
- ✓ Acúmulo de matéria orgânica e nutrientes;
- ✓
- ✓ Decomposição anaeróbica no fundo;
- ✓ Baixa diversidade biológica;
- ✓ alteração das razões C/N indicando aporte extra de material.



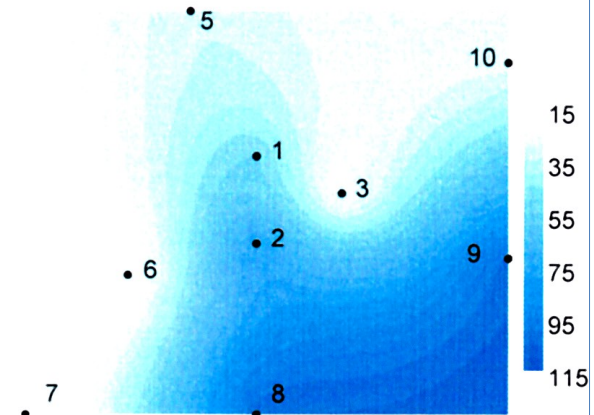
A) Razão C/N



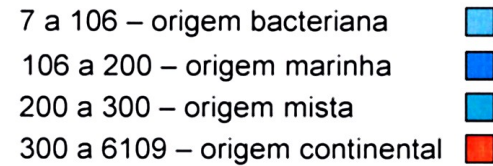
Origem da matéria orgânica



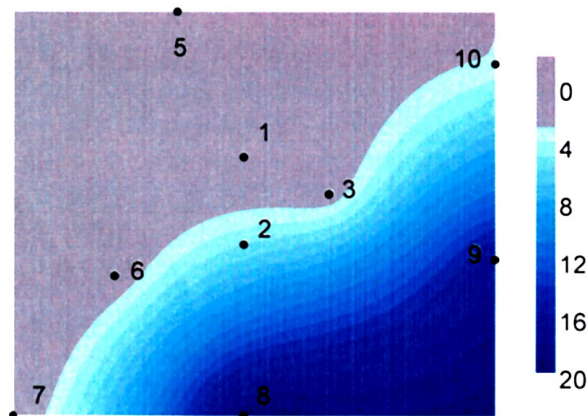
B) Razão C/P



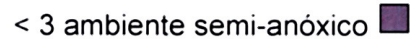
Origem da matéria orgânica



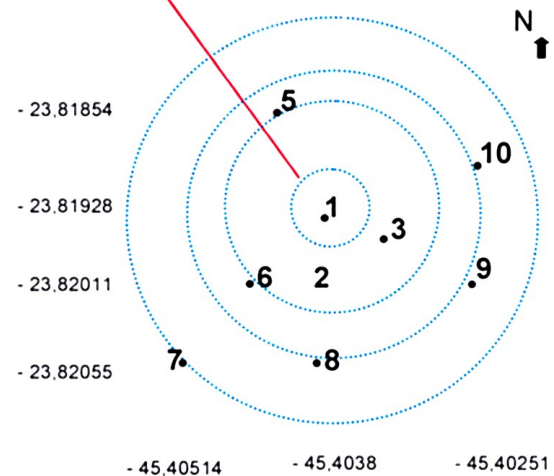
C) Razão C/S



Potencial de oxi-redução



Esquema da Rede Amostral







AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE

EMISSÃO SUBMARINA:

PROGNÓSTICO

## Cenários do transporte de sólidos e o impacto no fundo

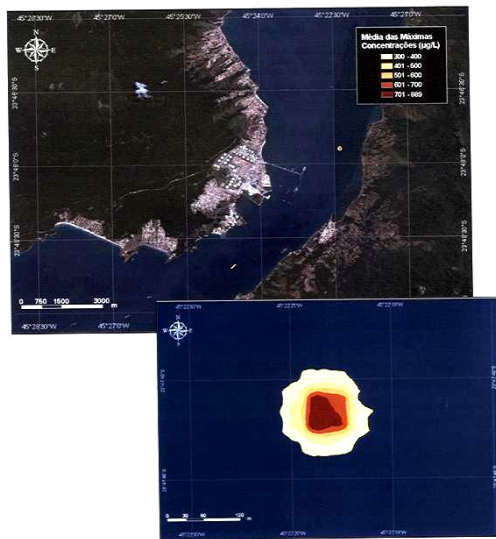


Figura 15. - Média das máximas concentrações de COT calculada para a simulação de inverno para a condição sem clarificação.

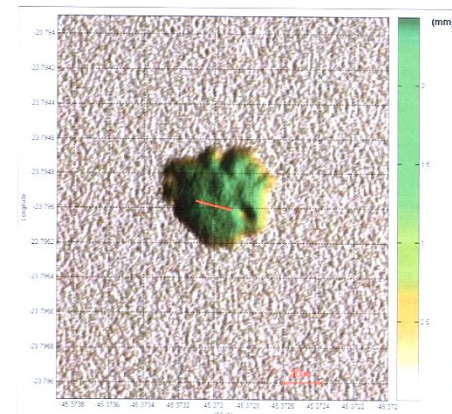


Figura 17. - Deposição resultante após 30 dias de lançamento com vazão de 63.53 L/s. As alturas estão expressas em milímetros e a linha vermelha indica a extensão e a orientação do difusor com comprimento de 18,75 m.



# MODELAGEM DOS SÓLIDOS E CARBONO DO EMISSÁRIO DE ITAQUANDUBA

## CONDIÇÕES

- ✓ Verão e inverno;
- ✓  $Q = 154$  e  $93,5$  L/s;
- ✓  $COT=0,1$  g/L e STS de  $0,2$  g/L
- ✓ Raios de alcance: **30 M E > 80 M** ;

## LITERATURA

**2,1:** ENRIQUECIMENTO  
DA FAUNA

**4,1:** COMUNIDADES  
AFETADAS

0,1: pequeno efeito

0,1 a 1,0:

ENRIQUECIMENTO  
(ACÚMULO)

Superior a 1,5:

COMUNIDADE  
DEGRADADA

## RESULTADOS

Temperatura:  $Q = 2,14$



**CONCLUSÃO: REDUZIR O  
APORTE DE SÓLIDOS  
SUSPENSOS NO CANAL**

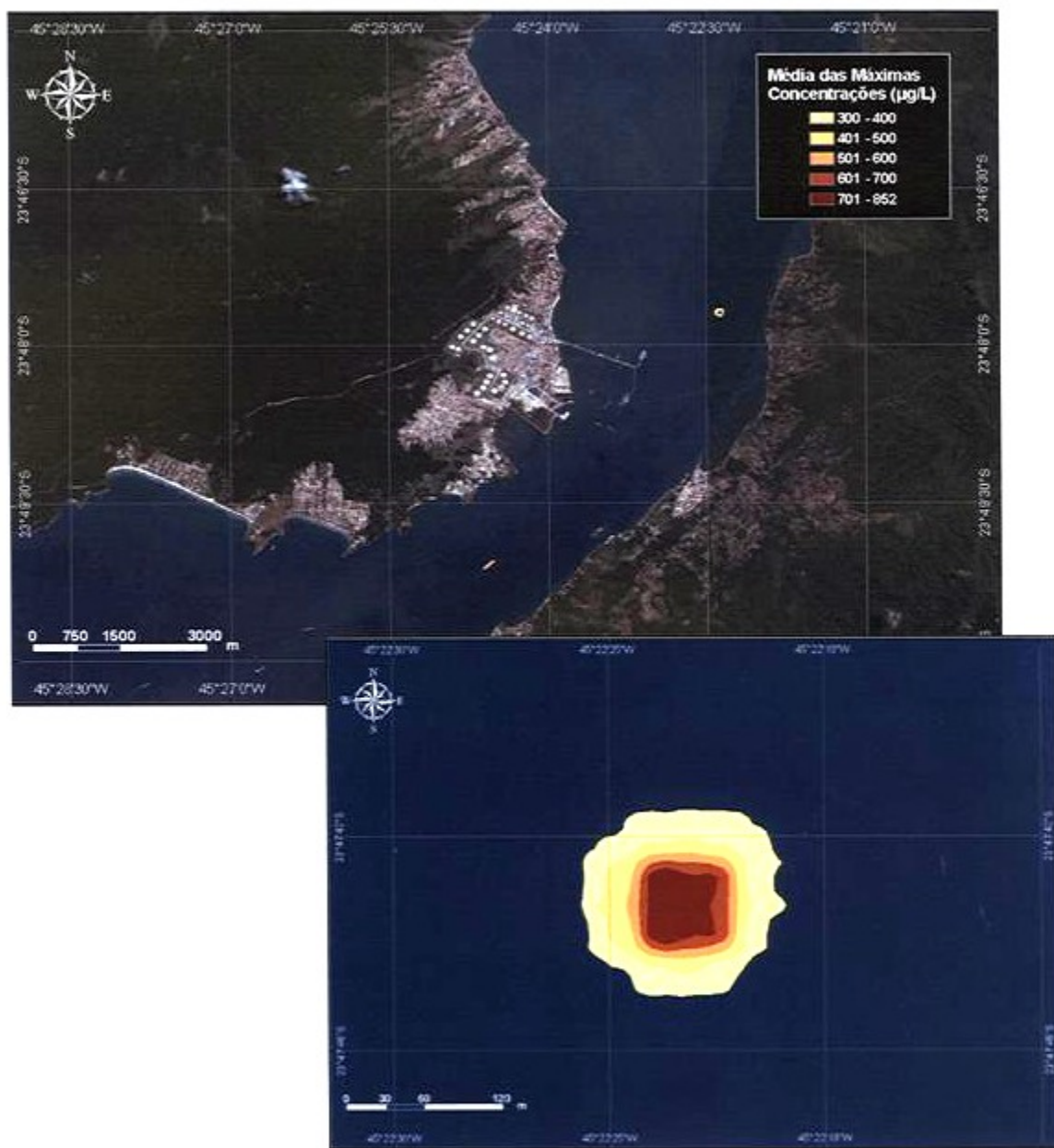


Figura 14. – Média das máximas concentrações de COT calculada para a simulação de verão para a condição sem cloração.



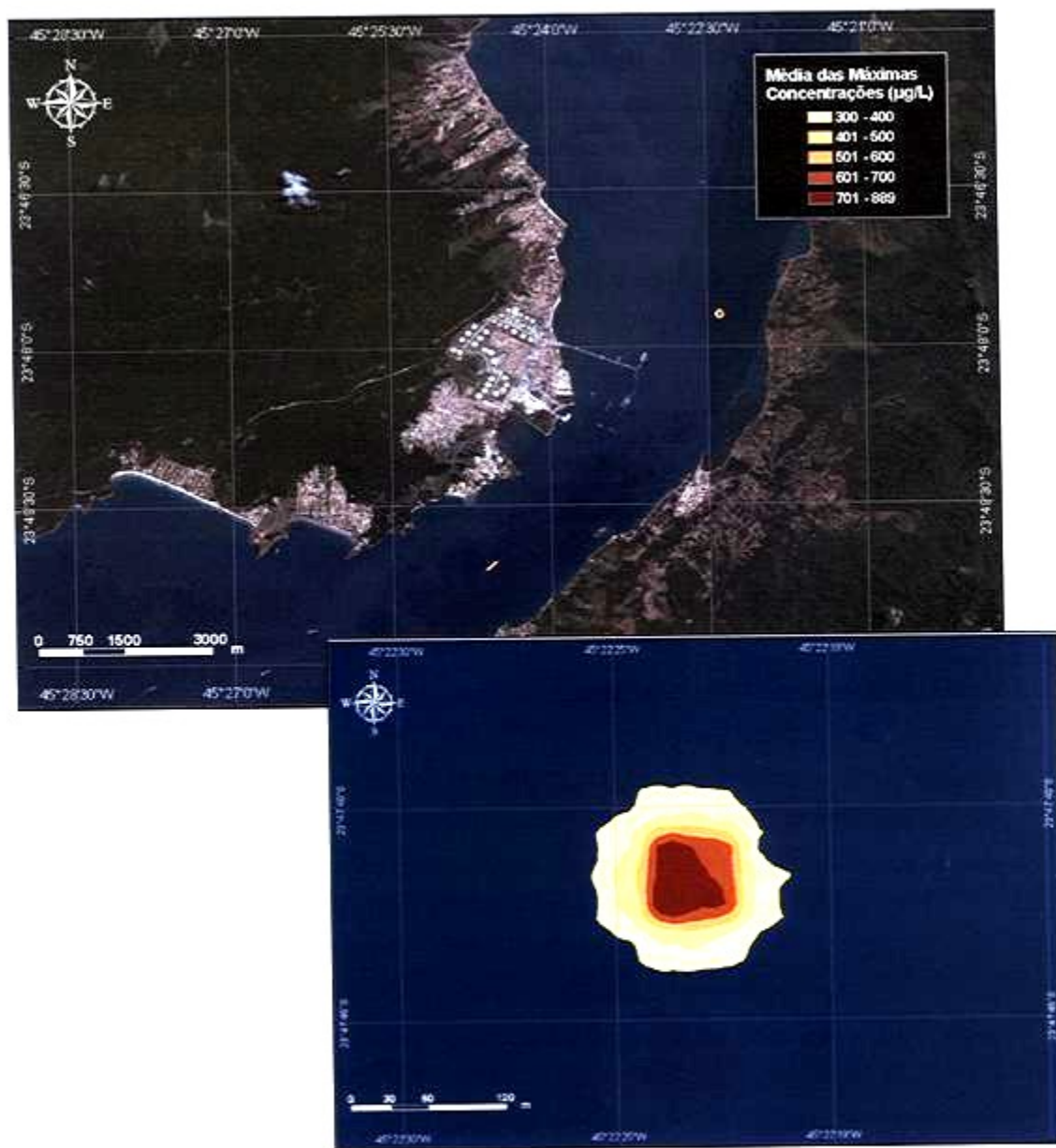


Figura 15. – Média das máximas concentrações de COT calculada para a simulação de inverno para a condição sem cloração.

Emissário/Estado	Comprimento (m)	Profundidade (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	COT* (g/L)	<i>C A R G A</i> <i>D E C</i> <i>( T O N / D I A )</i>
Ipanema (RJ)	4325	28	12,0	0,1	<b>1 0 3 . 7</b>
Rio Vermelho (BA)	3200	45	6,0	0,1	<b>5 1 . 8</b>
José Menino(SP)*	4000	10	7,2	0,1	<b>6 2 . 2</b> <b>&lt; 12,4</b>
Praia Grande (Subsistema 1)*	3300	12	1,04	0,1	<b>8 . 9 9</b> <b>&lt; 1,80</b>
Ilhabela (Saco da Capela)**	220	24	0,03	0,1	<b>0 . 2 6</b> <b>&lt; 0,13</b>
São Sebastião (Araçá)**	1061	8	0,14	0,1	<b>1 . 2 1</b> <b>&lt; 0,60</b>

\* 80% DE REMOÇÃO

\*\* 50% DE REMOÇÃO



- O monitoramento da qualidade dos sedimentos, tanto em diagnóstico quanto em prognóstico mostram que:
- Sólidos suspensos alteram a qualidade dos sedimentos tanto na zona de mistura quanto fora dela por longos períodos;
  - As regras de dispersão dos efluentes para zona de mistura não são observadas em sua completude para esses materiais;
  - Reduzir o aporte de sólidos suspensos dos efluentes é benéfico em todos os sentidos pois:
    - ✓ Remove a carga de microorganismos patogênicos cuja eficácia da desinfecção não atinge esse material;
    - ✓ Diminui sensivelmente o acúmulo de matéria orgânica e de contaminantes nos sedimentos;
    - ✓ Diminui a turbidez da água e afeta menos a produção do fitoplâncton, macroalgas e outras plantas aquáticas submersas;
    - ✓ Aumenta as taxas de recuperação dos ambientes marinhos como um todo;
    - ✓ Diminui a demanda bentônica e a extensão da zona de descontinuidade anóxica, aumentando a diversidade de espécies de fundo.
    - ✓ O monitoramento do sedimento é ferramenta fundamental na qualidade dos emissários e sua realização deve ser incentivada para os demais estados do país (BEVILACQUA, J.E., LAMPARELLI, C.C. E MOURA, O.D., CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2005).



# PROPOSTA

## CEFE SB

O esgoto tratado encaminhado através do emissário submarino para o corpo hídrico além de atender integralmente as condições padrões de lançamento (emissão) estabelecidas no Artigo 34 da Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 considerando suas alterações (Resolução CONAMA 397 de 03 de abril de 2008, deverá atender a seguinte condição:

**REMOÇÃO MÍNIMA DE 50% DE SÓLIDOS SUSPENSOS**

Caso os estudos de dispersão física dos efluentes, das taxas de sedimentação de sólidos suspensos e de carbono orgânico total e/ou monitoramento indiquem que a remoção de 50% não seja suficiente para atingir a qualidade necessária das águas superficiais e do sedimento deverá ser estabelecida pelo órgão ambiental competente uma condição mais restritiva .

Para os emissários submarinos existentes a exigência deverá ser atendida no prazo máximo de 4 anos desta condição. Os novos emissários deverão atender esta exigência quando de sua implantação.



**Obrigado pela atenção**

SECTOR DE ÁGUAS  
LITORÂNEAS

EEOL@CETESB.NET.SP.GOV.  
BR

