



TRANSPETRO

# **Padrões de Lançamento de Efluentes na Resolução CONAMA 357/05**

*A questão do Boro na  
Água Produzida de Petróleo*

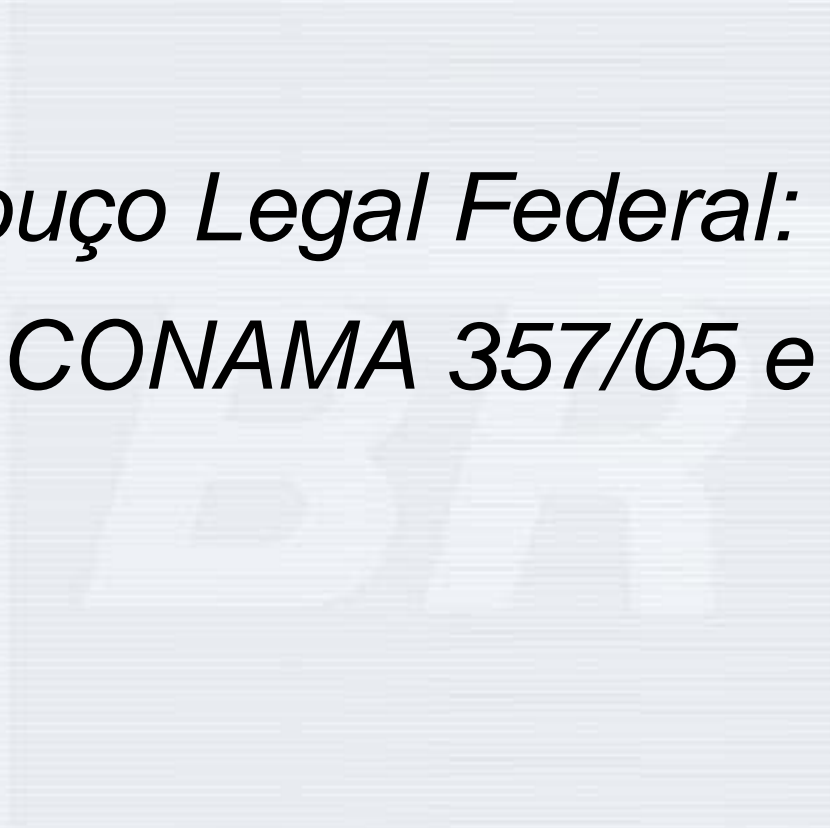


**TRANSPETRO**



*Arcabouço Legal Federal:*

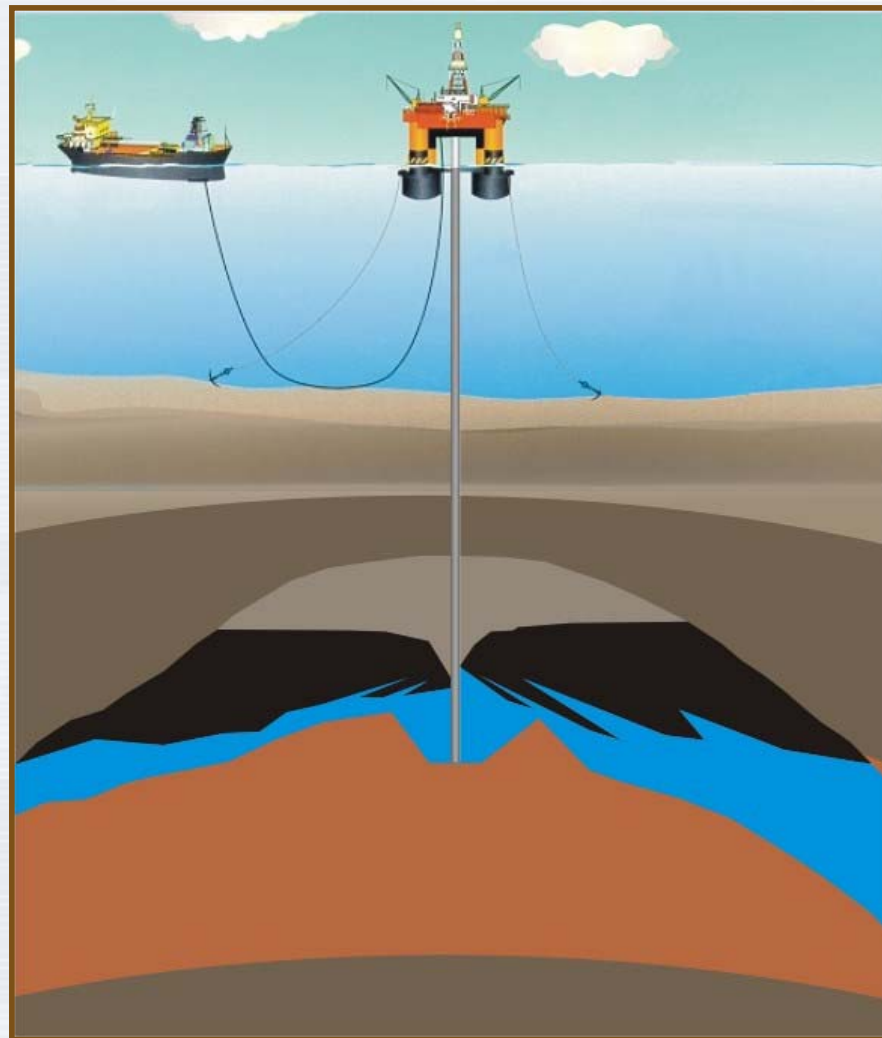
*As resoluções CONAMA 357/05 e 397/08*



## *O que é ?*

A água produzida de petróleo ou água de formação é a água contida no reservatório geológico de onde provêm os hidrocarbonetos. A exploração dos reservatórios produz além de óleo e gás, muita água.

Quanto mais maduro for o campo de petróleo explorado, mais água ele produzirá. No Brasil, a Bacia de Campos já possui indicadores de óleo equivalente a 1:1 (óleo:água), podendo ser maior no futuro.



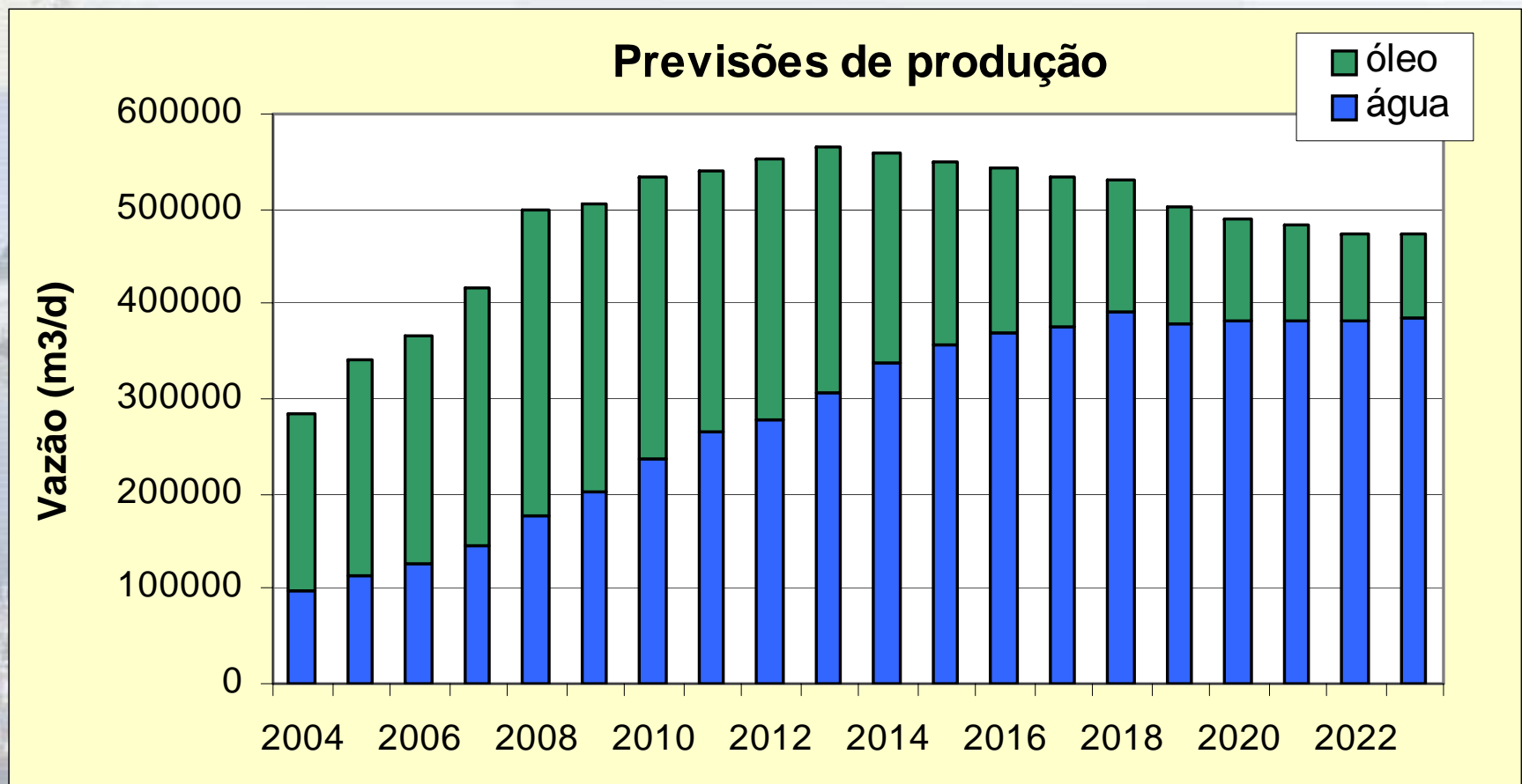
Nas plataformas de petróleo até 99% da água de formação recebe tratamento para remoção de óleos e graxas e descarte atendendo a Resolução CONAMA 393/07 (concentração limite de óleos e graxas = 29 mg/l). A limitação de implantação de processos de tratamento mais sofisticados nas plataformas faz com que não seja possível remover 100% da água produzida juntamente com o petróleo.

# O Ciclo Logístico de Água de Formação

**BSW = Bottom and sediment water**



## Bacia de Campos





TRANSPETRO

# Localização dos Projetos de Tratamento de Água Produzida





TRANSPETRO

## REMOÇÃO DE BORO A PARTIR DE RESINAS

### SELETIVAS:

- Efluente final com Boro  $< 4$  mg/L
- Volume inicial tratado ( $300$  m<sup>3</sup>/h) com B=35 mg/L
- Volume de efluente enriquecido em Boro:  $27$  m<sup>3</sup>/h com Boro em até 300 mg/L
- Regeneração (limpeza) das resinas é o processo altamente impactante !!!
- Intenso uso de produtos químicos, água, energia elétrica e geração de lodo
- Diversos impactos diretos e indiretos



# Aspectos Críticos da Tecnologia de Tratamento

Impactos da remoção de Boro por troca catiônica em resinas de adsorção seletiva:

<b>Consumo de produtos químicos para regeneração da resina</b>	
Ácido clorídrico (HCl) a 33%	<b>24 m<sup>3</sup> / dia</b>
Soda cáustica (NaOH) a 50%	<b>11 m<sup>3</sup> / dia</b>
<b>Demanda de água e de energia</b>	
Água abrandada ou água doce com baixa dureza para enxágue (regeneração) da resina	<b>230 m<sup>3</sup> / dia</b>
Energia para sistema de tratamento de Boro, incluindo secagem de lodo da regeneração	<b>19.200 kWh / dia</b>
<b>Geração de resíduo sólido</b>	
Lodo inorgânico (85% seco)	<b>22 ton / dia</b>

**O TRATAMENTO É UMA ALTERNATIVA TECNOLÓGICA DE  
BAIXA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL !!!**

*A TECNOLOGIA IDENTIFICADA RESULTA EM IMPACTOS AMBIENTAIS MAIS CRÍTICOS DO QUE O DESCARTE NO MAR.*

## Experiências Mundiais no Controle Ambiental do Boro em Efluentes

1. As referências encontradas para os tratamentos mais eficientes consistem da adsorção em resinas e na osmose reversa, ambos tratamentos com geração de muitos resíduos sólidos.
2. O Japão é o único país que regula o descarte de Boro em águas marinhas, admitindo concentrações de até 230 mg/l de Boro.
3. As regulamentações mais usuais referem-se ao uso de água para irrigação.
4. Historicamente a legislação brasileira seguiu decreto do Estado de São Paulo, que à época pretendia regular o lançamento de efluentes em águas doces de rios fundamentalmente (mananciais).



TRANSPETRO

## Capacidade de Suporte do Meio

- Tendo em vista o background de 4,5 mg/L de Boro nas águas marinhas, o lançamento de efluente com a concentração média de 35 mg/L resultara numa zona de mistura de pequena extensão. Com isso o descarte de boro não irá promover o aumento da concentração do elemento nestas águas.
- Assim, o padrão para Águas Salinas Classe I previsto na Resolução CONAMA 357/05, de 5,0 mg/L será mantido.
- Isto se deve ao fato de que seria necessário um volume absurdamente grande de efluente muito enriquecido em Boro para que a água do mar tivesse sua concentração média aumentada.
- Isto atesta a grande capacidade de suporte de águas marinhas onde as condições de circulação das massas d'água (correntes) promovem grande diluição e dispersão de substâncias.

# Características Toxicológicas do Boro

- O Boro não é um elemento cancerígeno e não sofre bioacumulação.
- O Boro não é teratogênico.
- Possui ampla distribuição e ocorrência na crosta terrestre. É um elemento essencial para as plantas.
- Possui concentração aproximadamente constante nas águas marinhas. Sua concentração é controlada pela salinidade.
- Sofre forte diluição em ambientes costeiros.
- Não é parâmetro de controle de efluentes na maioria dos países com avançado controle ambiental.
- Impactos toxicológicos mais críticos referem-se à exposições crônicas em altas concentrações (>1000 mg/l), verificando-se porém o cessar de danos quando da interrupção da exposição (cegueira em peixes e danos à gônadas de cães).
- Impactos da exposição aguda em peixes foram verificados a partir de concentrações de 105 mg/L (CL 50/96, *Rainbow Trout*).



TRANSPETRO

## Opções Tratamento *versus* Descarte – Impactos Ambientais

### OPÇÕES

Remoção de boro em resinas de troca catiônica

Descarte no mar sem tratamento, com concentração média de 35 mg/l

### Impactos ambientais para as Opções

- Geração de resíduo sólido em volumes quase 4 vezes o total dos resíduos gerados nos outros processos
- Incremento do risco de acidentes por manipulação de produtos químicos, transporte de resíduos e produtos químicos e aumento de tráfego de caminhões em São Sebastião e região
- Geração de gases de efeito estufa emitidos no transporte rodoviário
- Aumento do uso de água doce para regeneração das resinas
- Aumento da ordem de 9% no consumo de energia elétrica do Terminal de São Sebastião

- Não existem impactos identificados no Canal de São Sebastião, nem exemplo no mundo de impactos no mar resultantes de despejos de Boro em efluentes com a concentração considerada (30-40 mg/l Boro).
- A não-conformidade é o lançamento em desacordo com a legislação considerando-se somente a questão do valor absoluto, pois a própria CONAMA 357/2005 prevê a possibilidade de descartes em desacordo de acordo com a capacidade de suporte do meio receptor, na denominada zona de mistura.



TRANSPETRO

## Opções Tratamento *versus* Descarte – Vantagens das Opções

### OPÇÕES

Remoção de boro em resinas de troca catiônica

Descarte no mar sem tratamento, com concentração média de 35 mg/l

### Vantagens das Opções

- **Atendimento às atuais legislações de alguns estados.**

- **Não geração dos impactos decorrentes da opção de tratamento, incluindo-se também:**

- a) Não necessidade permanente de aterros de resíduos;
- b) Redução de gastos com tratamento, transporte e destinação final de resíduos;
- c) Redução de riscos com produtos químicos e resíduos;
- d) Menor uso de recursos naturais (água e energia elétrica);
- e) Utiliza as condições naturais para a dispersão e diluição do Boro nas águas marinhas, a partir do uso de emissários submarinos;
- f) Monitoramento do corpo receptor incrementando o conhecimento sobre a questão e sobre o próprio ambiente.



TRANSPETRO

# Taxas de Diluição conforme CONAMA 357/05

(Em mg/L)	Efluente	Águas Salinas Classe I	DILUIÇÃO (x)
Arsênio	0,5	0,01	50
Boro	5,0	5,0	0 !!!
Bário	5,0	1,0	5,0
Cádmio	0,2	0,005	40
Chumbo	0,5	0,01	50
Cianeto	0,2	0,001	200
Cobre	1,0	0,005	200
Mercúrio	0,01	0,0002	50
Níquel	2,0	0,025	80
Zinco	5,0	0,09	55
Cromo	0,5	0,05	10



TRANSPETRO

# Estudos sobre Boro no Canal SSE – Junho 2007

**Diagnóstico das Concentrações de Boro nas Águas Costeiras do Litoral Norte do Estado de São Paulo. FUNDESPA-SP. Junho/2007.**





Tabela 8.9 – Valor máximo, valor mínimo, a média bem como o desvio padrão de Boro Total correspondentes a cada região setorizada.

Setores	Valor máx.	Valor mín.	Média	Desvio padrão
Geral (Santos a Ubatuba)	4,681	<0,027	2,864	1,179
Santos a Guarujá	3,482	1,470	2,635	0,983
Bertioga a São Sebastião	4,178	1,857	3,010	0,950
Canal de São Sebastião	4,120	<0,027	2,817	1,123
• trecho sul do canal	3,424	2,166	2,870	0,541
• área adjacente ao lançamento	4,120	<0,027	2,796	1,271
• trecho norte do canal	4,043	0,445	2,809	1,436
Caraguatatuba a Ubatuba	4,681	<0,027	2,966	2,862

- Supressão do elemento Boro como parâmetro de controle no descarte em águas salinas
- Continuidade dos programas de monitoramento nas áreas de operação das plantas de descarte de água produzida
- Realização de estudos sistemáticos e com revisão periódica das condições de dispersão e diluição de Boro em águas marinhas



TRANSPETRO

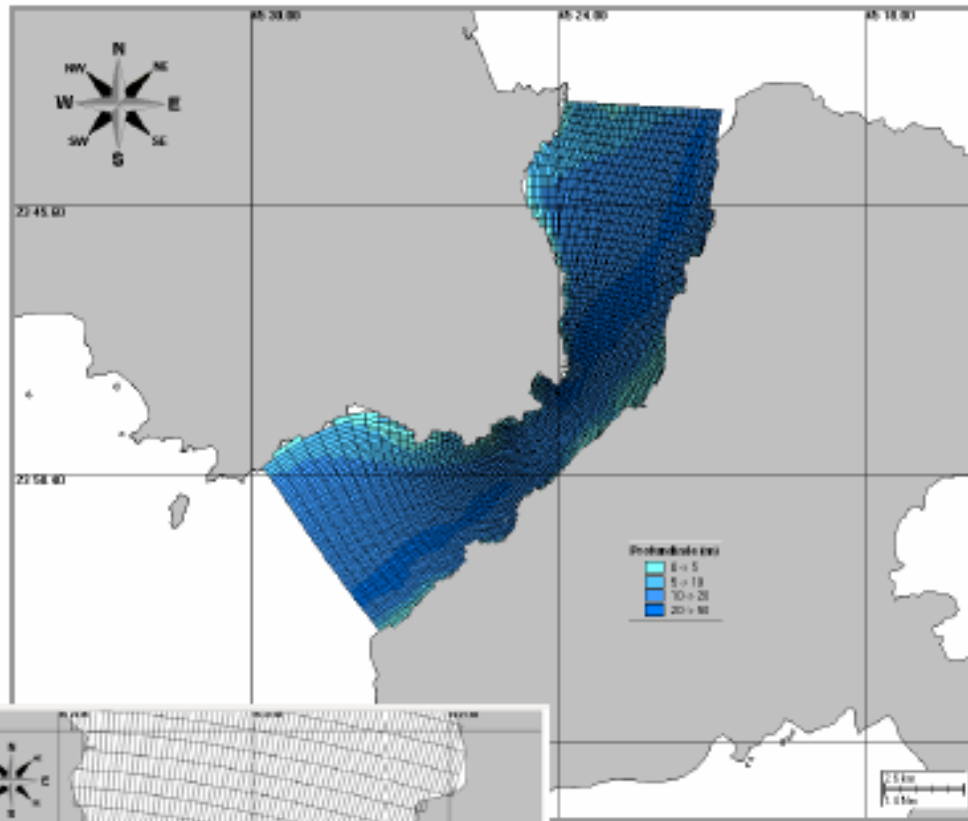
## AVALIAÇÕES FUNDAMENTAIS:

- Modelagem de Dispersão e Diluição de Plumas de Efluentes Descartados através dos Emissários Submarinos
- Modelos de diluição no campo próximo e distante: taxas de diluição *versus* distância dos difusores
- Ferramentas CORMIX, FLUENT, CHEMMAP
- Utilizam modelagem hidrodinâmica
- Garantir qualidade de água do corpo receptor – ***capacidade de suporte***



TRANSPETRO

# Modelo Hidrodinâmico



*Grade computacional numérica utilizada para a modelagem do Canal SSE*



TRANSPETRO

# Modelagem de Diluição de Efluentes – Canal SSE

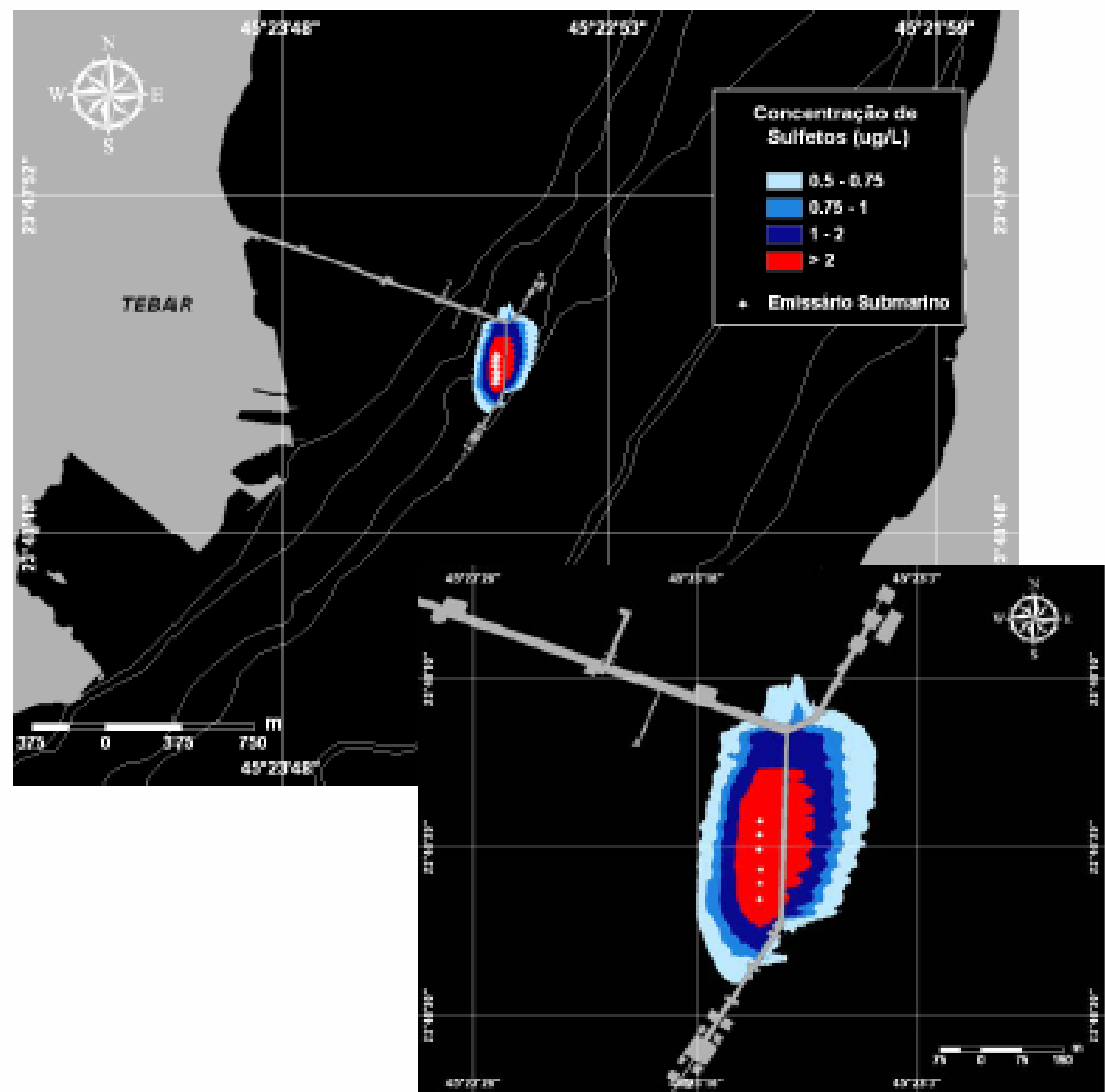


Figura 30 - Concentrações calculadas para a pluma de sulfetos, simulada no período de inverno, após 24 horas.



**Muito obrigado pela atenção !!!**

[leonardo.mitidiero@petrobras.com.br](mailto:leonardo.mitidiero@petrobras.com.br)

(11) 9966-1935/(11) 4228-9924

***Antalya, Turkiye***