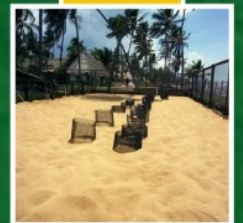
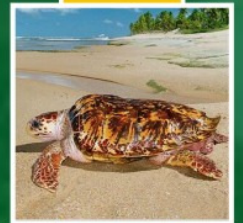
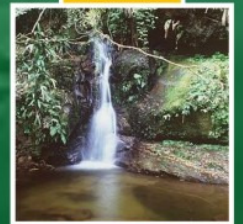


**Atendimento à Condicionante  
Nº 06 da Licença de Operação  
Nº 439/2010**



**Relatório Técnico Semestral da  
Caracterização e Monitoramento  
Físico-Químico e Biológico do Sedimento  
Marinho e Estuarino da Área de Influência  
do Terminal Norte Capixaba**

**Relatório Técnico Semestral da Caracterização e  
Monitoramento Físico-Químico e Biológico do  
Sedimento Marinho e Estuarino da Área de  
Influência do Terminal Norte Capixaba**

**Volume Único**

**Revisão 00**

**Maio/ 2013**



## APRESENTAÇÃO

A PETROBRAS TRANSPORTE S.A – TRANSPETRO apresenta ao INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – IEMA - o **Relatório Técnico Semestral da Caracterização e Monitoramento Físico-Químico e Biológico do Sedimento Marinho e Estuarino da Área de Influência do Terminal Norte Capixaba**, em atendimento à Condicionante N° 06 da LO 439/2010, Processo IEMA nº 22218939.

## RESUMO

O presente documento conta com a descrição das atividades desenvolvidas nas campanhas de fevereiro e maio de 2013, referentes ao *Programa de Caracterização e Monitoramento Físico-Químico e Biológico do Sedimento Marinho e Estuarino da Área de Influência do Terminal Norte Capixaba - TNC*, bem como os resultados da campanha de fevereiro. Não são apresentados os resultados da campanha de maio devido ao curto tempo entre campanha e emissão de laudo laboratorial.

A caracterização mostrou que a granulometria variou de silte a areia. Além disso, tanto para metais quanto para TPH, as concentrações foram mais elevadas no ponto mais próximo ao TNC, no caso do sedimento estuarino, e nos pontos próximos ao duto, no mar. Entretanto, com relação ao parâmetro TPH os sedimentos amostrados foram classificados como não poluído. Já com relação aos metais pesados, os sedimentos analisados nos pontos PE-02, PM-04, PM-05, PM-06, PM-07, PM-08 e PM-09 foram classificados como possivelmente tóxico devido às concentrações pelo menos um dos metais avaliados.

Com relação à comunidade macrozoobentônica, foram identificados 27 táxons. Destes, somente 1 foi registrado no ambiente estuarino. A densidade média de espécies em cada ponto variou de 0,0709 ind.Kg-1 a 1,8264 ind.Kg-1. A Classe Polychaeta foi a mais abundante, seguida por Malacostraca (subfilo Crustacea). Apesar de poliquetas indicarem ambientes com alto teor de matéria orgânica, tal poluição pode não ser devido à possível existência de óleo na região uma vez que o subfilo Crustacea é considerado sensível à poluição por petróleo.

## ÍNDICE GERAL

I -	INTRODUÇÃO.....	9
II -	OBJETIVOS.....	10
	II.1 - Objetivo Geral.....	10
	II.2 - Objetivos Específicos .....	10
III -	METODOLOGIA.....	12
	III.1 - PONTOS E FREQUÊNCIA AMOSTRAL.....	12
	III.2 - MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO .....	14
	III.2.1 - Primeira Campanha – Fevereiro/2013 .....	14
	III.2.2 - Segunda Campanha – Maio/2013.....	17
	III.3 - MONITORAMENTO BIOLÓGICO.....	19
	III.3.1 - Primeira Campanha – Fevereiro/2013 .....	19
	III.3.2 - Segunda Campanha – Maio/2013.....	22
IV -	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
	IV.1 - MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO .....	23
	IV.2 - MONITORAMENTO BIOLÓGICO.....	27
V -	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
VI -	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
VII -	EQUIPE TÉCNICA .....	36

## FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁG.</b>
<b>Figura III.1-1:</b> Localização dos pontos de amostragem do sedimento estuarino e marinho.	12/37
<b>Figura III.1-2:</b> Localização da posição geográfica dos pontos amostrais com auxílio de GPS.	13/37
<b>Figura III.2-1:</b> Coleta de sedimento em ponto estuarino para análise de granulometria	14/37
<b>Figura III.2-2:</b> A – Pipetagem da fração fina; B- Peneiramento da amostra em conjunto de peneira de -2 a 4fi; C- Peneiramento mecânico; D- Pesagem da	16/37
<b>Figura III.2-3:</b> Coleta de sedimento para análise de HTP.	17/37
<b>Figura III.2-4:</b> Coleta de sedimentos com o amostrador do tipo Van Venn.	18/37
<b>Figura III.2-5:</b> Acondicionamento de material coletado em recipiente para análise de granulometria.	18/37
<b>Figura III.2-6:</b> Material coletado acondicionado em recipiente para análise de metais pesados e HTP Finger Print.	18/37
<b>Figura III.3-1:</b> Embarcação utilizada para a coleta de sedimento.	19/37
<b>Figura III.3-2:</b> Coleta de sedimento com draga de Van Venn.	20/37
<b>Figura III.3-3:</b> Primeira réplica da coleta para análise de zoobentos.	20/37
<b>Figura III.3-4:</b> Primeira réplica da coleta para análise de zoobentos.	21/37
<b>Figura III.3-5:</b> Amostras coletadas para caracterização biológica acondicionadas em caixa de isopor.	22/37
<b>Figura IV.2-1:</b> Abundância relativa (AR), por classe, durante a campanha de fevereiro de 2013.	28/37
<b>Figura IV.2-2:</b> Variação de densidade e diversidade ao longo dos pontos amostrais.	29/37
<b>Figura IV.2-3:</b> Táxons da Família Spionidae encontrados durante a análise de macrofauna.	30/37

**Figura IV.2-4:** Táxon da Família Glyceridae encontrado durante a análise de macrofauna.

30/37

## TABELAS

<b>TABELA</b>	<b>PÁG.</b>
<b>Tabela III.1-1.</b> Coordenadas geográficas (UTM WGS 84) da posição dos pontos amostrais monitorados na área de influência do TNC.	13/37
<b>Tabela IV.1-1:</b> Resultados da análise granulométrica	24/37
<b>Tabela IV.1-2:</b> Resultados das análises de metais pesados e HTP fingerprint	25/37
<b>Tabela IV.1-3.</b> Padrões de qualidade ambiental baseados nas concentrações de HTP (hidrocarbonetos totais de petróleo) em sedimentos estuarinos e de	26/37
<b>Tabela IV.2-1:</b> Resultados de densidade, Diversidade de Shannon-Weaner e Abundância relativa das análises de zoobentos.	31/37
<b>Tabela IV.2-1:</b> Táxons encontrados no monitoramento de sedimento marinho e estuarino e sua frequência amostral (FA).	32/37



## I - INTRODUÇÃO

Monitoramento ambiental é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, com o intuito de identificar e avaliar, qualitativa e quantitativamente, as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo. A partir dos dados obtidos no monitoramento, o empreendedor pode acompanhar as alterações nos recursos naturais e a partir disso, desenvolver medidas para redução dos impactos em acordo com as solicitações do órgão fiscalizador.

A qualidade do sedimento tem se mostrado cada vez mais relevante para manter a saúde dos ecossistemas. Nos ecossistemas aquáticos, principalmente os costeiros, a maior parte dos contaminantes acumulam-se no ambiente sedimentar, que pode então mostrar-se tóxico para os organismos que vivem em contato direto com o sedimento, como a fauna bentônica (GARCIA, 2009).

Diante das atividades realizadas no Terminal Norte Capixaba, surge o **Programa de Caracterização e Monitoramento Físico- Químico e Biológico do Sedimento Marinho e Estuarino**, que tem como objetivo analisar parâmetros físico-químicos e biológicos dos sedimentos, tanto marinho quanto estuarino, visando à caracterização e monitoramento do mesmo na região de influência dos dutos e monobóia do Terminal Norte Capixaba (TNC).

Este programa ocorre em atendimento aos requisitos legais do licenciamento ambiental estipulados pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), através da Condicionante 06 da LO 439/2010.

## **II - OBJETIVOS**

### **II.1 - Objetivo Geral**

O presente estudo teve como objetivo geral realizar a caracterização físico- química e biológica do sedimento marinho e estuarino da área de Influência do Terminal Norte Capixaba. Para tal, este relatório descreve os procedimentos técnicos executados em duas campanhas de campo, referentes ao primeiro semestre de 2013, e apresenta os resultados obtidos na primeira campanha do ano de 2013.

### **II.2 - Objetivos Específicos**

O Programa de Caracterização e Monitoramento dos Sedimentos Marinho e Estuarino na Área de Influência do TNC apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Identificar taxonomicamente os exemplares bentônicos capturados, sempre que possível em nível de espécie, e quantificá-los nas estações de monitoramento localizadas na área costeira e na região do manguezal do Rio Barra Nova;
- Determinar os parâmetros populacionais da comunidade zoobentônica (índices ecológicos: riqueza, similaridade, diversidade e dominância), procedendo à análise comparativa entre os pontos de monitoramento localizados na área costeira e na região do manguezal do Rio Barra Nova;
- Determinar as espécies que serão as indicadoras ambientais para área estudada;
- Determinar a granulometria do sedimento coletado e verificar a tendência de diminuição ou aumento do tamanho do grão com relação aos pontos amostrais;
- Relacionar as comunidades bentônicas com o tipo de sedimento encontrado por meio dos dados das análises granulométricas;
- Determinar as concentrações dos seguintes metais pesados no sedimento: Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercúrio,

(Hg), Níquel (Ni) e Zinco (Zn);

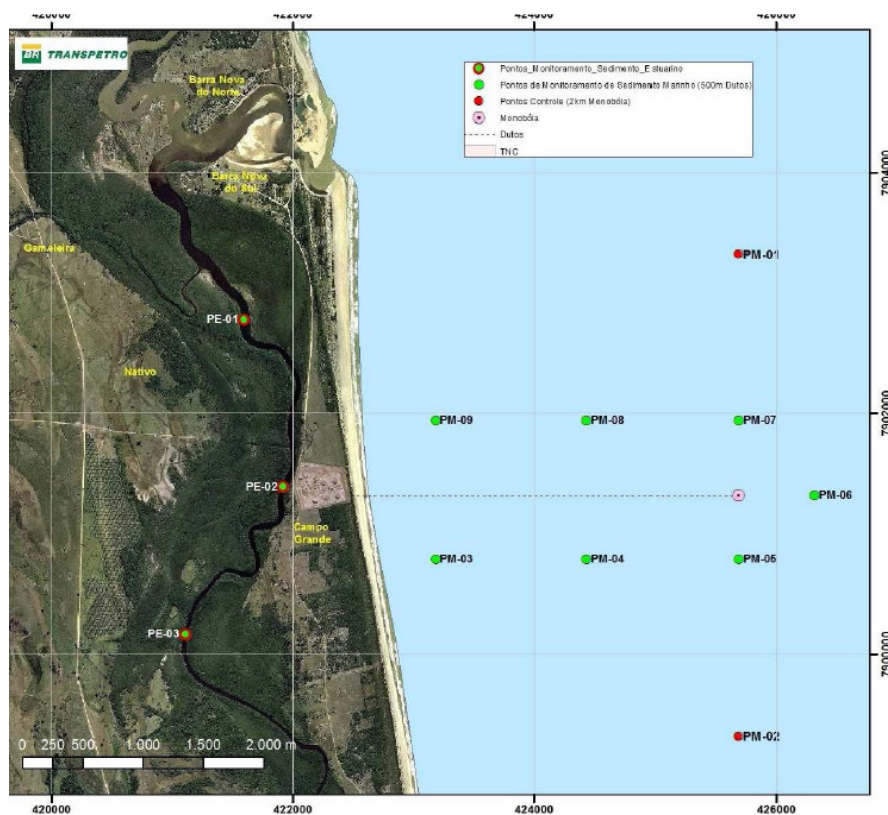
- Determinar as concentrações de hidrocarbonetos totais do petróleo (HTP finger print) no sedimento.

### III - METODOLOGIA

#### III.1 - PONTOS E FREQUÊNCIA AMOSTRAL

A coleta de sedimento para análises físico-químicas (granulometria, metais pesados e HTP *finger print*) e biológicas (zoobentos), foi realizada em três pontos de amostragem no estuário do rio Barra Nova (PE-01, PE-02, PE-03) e em nove pontos de amostragem localizados no ambiente marinho (PM-01 a PM-09), conforme Figura III.1-1.

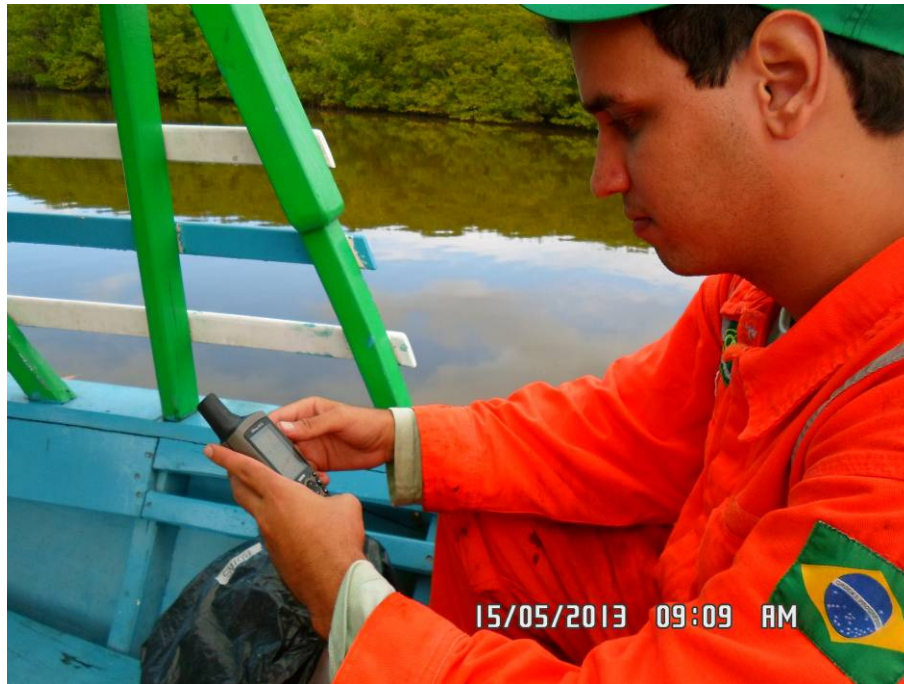
No primeiro semestre de 2013 ocorreram duas campanhas referentes ao *Programa de Caracterização e Monitoramento Físico-químico e Biológico do Sedimento Marinho e Estuarino da Área de Influência do TNC*, sendo a primeira realizada pela equipe da empresa Scitech no dia 19 de fevereiro e, a segunda, realizada nos dias 15 e 16 de maio pela equipe da Ápice Projetos de Gestão.



**Figura III.1-1:** Localização dos pontos de amostragem do sedimento estuarino e marinho.

Fonte: Relatório Scitech

Ressalta-se que, em ambas as campanhas, buscou-se manter os mesmos pontos selecionados no *Programa de caracterização e monitoramento físico-químico e biológico do sedimento marinho e estuarino da área de influência do TNC* e, para tanto, os pontos foram localizados em campo com auxílio de GPS (Figura III.1-2). A Tabela III.1-1 mostra as coordenadas dos pontos amostrais.



**Figura III.1-2:** Localização da posição geográfica dos pontos amostrais com auxílio de GPS.

**Tabela III.1-1.** Coordenadas geográficas (UTM WGS 84) da posição dos pontos amostrais monitorados na área de influência do TNC.

Pontos Amostrais	Oeste	Sul
PE-01	421595	7902778
PE-02	421920	7901389
PE-03	421107	7900166
PM-01	425690	7903316
PM-02	425690	7899316
PM-03	423181	7900788
PM-04	424436	7900788
PM-05	425690	7900788
PM-06	426318	7901316
PM-07	425690	7901940
PM-08	424436	7901940
PM-09	423181	7901940

## III.2 - MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO

### III.2.1 - Primeira Campanha – Fevereiro/2013<sup>1</sup>

A caracterização físico-química, tanto para sedimento marinho quanto para o estuarino, foram realizadas coletas de sedimento com amostrador do tipo Van Venn.

Para análise do parâmetro granulometria, as amostras foram transferidas para sacos zip-lock (Figura III.2-1) rotulados com os dados de campo, acondicionadas para transporte e, posteriormente, enviadas ao laboratório.



**Figura III.2-1:** Coleta de sedimento em ponto estuarino para análise de granulometria

Utilizou-se o método clássico por peneiramento das frações grosseiras e pipetagem com adição de defloculante para determinação dos finos. As frações lamosas (<0,062 mm) foram submetida à análise granulométrica por pipetagem, analisadas segundo Suguio (1973), utilizando a Lei de Stokes para a separação gravimétrica das diferentes frações de sedimento.

Este método se baseia nas mudanças de concentração das partículas em uma suspensão aquosa originalmente uniforme: várias amostras são tomadas com o uso de uma pipeta em intervalos de tempo e profundidade

<sup>1</sup> Extraído do relatório de campo referente à campanha de fevereiro de 2013 realizada pela empresa Scitech.

definidos, como descrito a seguir. A fração fina é colocada em uma proveta graduada (1000 ml) na forma de suspensão aquosa para ser pipetada. Adiciona-se nesta proveta uma alíquota de 20 ml do dispersante Oxalato de sódio ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) para que não ocorra a floculação da argila. O material é revolvido com um agitador manual durante 30 segundos até que as partículas estejam uniformemente distribuídas na suspensão aquosa. A partir do momento em que encerra a agitação, inicia-se a cronometragem do tempo. O material é deixado em repouso durante 20 segundos e faz-se a primeira coleta de subamostra (20 ml) com pipeta graduada na profundidade de 20 cm a partir da superfície da proveta. Esta fração coletada é denominada de  $4 \phi$ , e corresponde a fração que contém todas as classes granulométricas de lama (5 a  $10 \phi$ ). A subamostra é colocada em um Becker (40 ml) devidamente pesado. O cálculo do peso da amostra é feito da seguinte forma:

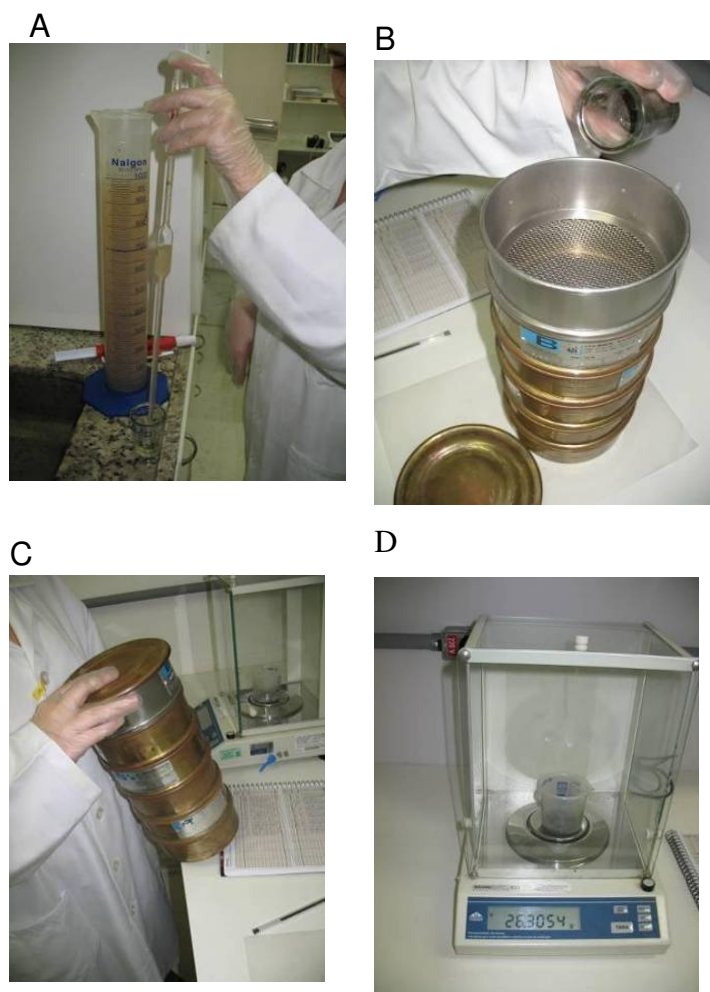
**Peso do sedimento = Peso do Becker com sedimento – Peso do Becker**

Posteriormente, as amostras são colocadas dentro da peneira com a malha de 0,063mm e em seguida utiliza-se água destilada para a retirada de todo o silte e da argila contidos na amostra. Após o procedimento citado, o sedimento é seco em estufa a temperatura de aproximadamente  $80^\circ \text{C}$ .

O sedimento arenoso retido é peneirado a seco. Para tanto, utiliza-se um conjunto de peneiras, que são submetidas à vibração por aproximadamente 15 minutos. Esse processo separa os grãos em intervalos de classe, que variam do tamanho da fração seixo até partículas maiores que 0,063 mm.

Este processo repete-se por várias vezes de acordo com o tempo de sedimentação de cada subamostra.

A partir dos pesos retidos nas peneiras e das análises de pipetagem foram calculados, com o auxílio do software GRANULO, os seguintes parâmetros da fração sedimentar: média (Md), mediana (Mz), desvio padrão (DP), assimetria, curtose (k), classificação por frequência (%) e textura, cuja a classificação estatística descritiva foi feita de acordo com Wentworth (1922) e Folk (1968) Apud Suguio (1973) (Figura III.2-2).



**Figura III.2-2:** A – Pipetagem da fração fina; B- Peneiramento da amostra em conjunto de peneira de -2 a 4fi; C- Peneiramento mecânico; D- Pesagem da alíquota.

Quanto ao parâmetro HTP *finger print*, o sedimento coletado foi acomodado, com auxílio de espátula de metal, em marmitta de alumínio descartável rotulada com os dados de campo (Figura III.2-3), de acordo com o procedimento de coleta para análise de hidrocarbonetos em amostras ambientais (CT AMA 040/2005 – Novembro/2005). Após isso, foi acondicionado para transporte e enviado ao laboratório INNOLAB do Brasil Ltda, o qual é acreditado na ABNT-NBR ISO/IEC 17025:2005.





**Figura III.2-3:** Coleta de sedimento para análise de HTP.

Já para análise do parâmetro metais pesados, o material coletado foi separado da parte interna do amostrador utilizando-se uma espátula de plástico, e, em seguida, armazenado em embalagens plásticas descartáveis rotuladas com os dados de campo, acondicionadas para transporte e, posteriormente, enviados à INNOLAB do Brasil Ltda.

### **III.2.2 - Segunda Campanha – Maio/2013**

Para a caracterização da segunda campanha, procedeu-se de forma semelhante à primeira. Sendo que após coletado, o material foi disposto em bandeja de inox e transferido, com auxílio de colher de inox, para recipientes etiquetados para identificação da amostra (Figura III.2-4 e Figura III.2-5), de forma que o material destinado à análise granulométrica foi disposto em recipientes plásticos e, o destinado à análise de metais pesados e HTP *finger print*, disposto em recipientes de vidro (Figura III.2-6). Posteriormente, tais recipientes foram acondicionados em caixas de isopor com gelo e transportados ao laboratório para análise.



**Figura III.2-4:** Coleta de sedimentos com o amostrador do tipo Van Venn.



**Figura III.2-5:** Acondicionamento de material coletado em recipiente para análise de granulometria.



**Figura III.2-6:** Material coletado acondicionado em recipiente para análise de metais pesados e HTP Finger Print.

### **III.3 - MONITORAMENTO BIOLÓGICO**

#### **III.3.1 - Primeira Campanha – Fevereiro/2013<sup>2</sup>**

Para a caracterização biológica, tanto em ambiente marinho quanto estuarino, as coletas foram realizadas com um amostrador (busca-fundo) do tipo Van Veen de modo que, para cada ponto, foram coletadas três réplicas de amostras de sedimento, totalizando três amostras por estação amostral. A figura a seguir mostra foto da embarcação utilizada para a coleta (Figura III.3-1).



**Figura III.3-1:** Embarcação utilizada para a coleta de sedimento.

As amostras obtidas foram pesadas, com balança (dinamômetro), os organismos fixados em álcool a 70%, rotulados com os dados de campo, acondicionados para transporte e, posteriormente, enviados ao laboratório Scitech Consultoria Ambiental Ltda para lavagem, triagem e identificação taxonômica (Figuras III.3-2, III.3-3 e III.3-4).

<sup>2</sup> Extraído do relatório de campo referente à campanha de fevereiro de 2013 realizado pela empresa Scitech.



**Figura III.3-2:** Coleta de sedimento com draga de Van Venn.



**Figura III.3-3:** Primeira réplica da coleta para análise de zoobentos.



**Figura III.3-4:** Primeira réplica da coleta para análise de zoobentos.

No laboratório, as amostras foram lavadas utilizando-se uma série de três peneiras com malhas de 2,0, 1,0 e 0,5mm sobrepostas em escala decrescente de malhagem para eliminação por peneiramento da fração menor que 0,5mm e triagem macroscópica do zoobentos em nível de filo ou classe. As amostras foram submetidas à triagem sob magnificação com auxílio de um microscópio estereoscópico (Quimis modelo Q740SZ com um aumento de 50X). Os animais foram classificados e separados em grandes grupos, acondicionados em frascos devidamente rotulados e submetidos à identificação taxonômica. Conchas vazias, tubos de animais mortos e fragmentos de poliqueta destituídos de região cefálica foram desprezados da contagem. Com relação aos organismos coloniais (Cnidaria, Briozoa e Porifera), os mesmos foram contabilizados nos resultados de riqueza taxonômica, todavia, não foram incluídos nos cálculos de densidade e abundância.

Buscou-se identificar a macrofauna ao menor nível taxonômico possível, com base nas informações disponíveis sobre os grupos. É importante ressaltar que o nível de detalhamento taxonômico reflete as características do grupo zoológico em questão (riqueza de espécies e abundância), o conhecimento dos especialistas e o ambiente que esta sendo estudado. Por este motivo, em alguns casos e em alguns grupos, as espécies não foram determinadas.

### **III.3.2 - Segunda Campanha – Maio/2013**

Para a caracterização da segunda campanha, procedeu-se de forma semelhante à primeira. Sendo que, após coletado, o material foi disposto em bandeja de inox e transferido para sacos plásticos etiquetados com identificação do ponto amostral, com capacidade de 5L cada, os quais foram acondicionados em caixas de isopor (Figura III.3-5) com gelo e transportados ao laboratório para lavagem, triagem e identificação taxonômica.



**Figura III.3-5:** Amostras coletadas para caracterização biológica acondicionadas em caixa de isopor.

## **IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Ressalta-se que os resultados apresentados neste relatório são referentes à primeira campanha deste semestre de monitoramento (fevereiro/2013) e não são de responsabilidade da Ápice Projetos de Gestão, uma vez que a campanha não foi realizada por esta empresa.

Quanto aos dados referentes à segunda campanha deste semestre (maio/2013), os mesmos não estão relatados devido ao não recebimento dos laudos laboratoriais até a data limite de envio deste relatório ao órgão ambiental. Por este motivo, o presente relatório faz comparação com alguns resultados de campanhas do *Programa de Caracterização e Monitoramento Físico-Químico e Biológico do Sedimento Marinho e Estuarino da Área de Influência do Terminal Norte Capixaba* anteriores a esta.

### **IV.1 - MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO**

Os resultados das análises de granulometria, metais pesados e HTP *finger print* são apresentados nas Tabela IV.1-1 e Tabela IV.2-2, respectivamente.

**Tabela IV.1-1: Resultados da análise granulométrica**

Ponto Amostral	Cascalho (%)	Areia muito grossa (%)	Areia grossa (%)	Areia média (%)	Areia fina (%)	Areia muito fina (%)	Silte (%)	Argila (%)	Média	Classificação
PM01	0,08	0,40	1,58	5,80	52,38	11,71	24,13	3,91	Areia Muito Fina	AREIA SILTOSA
PM02	0,00	0,28	2,01	5,59	29,03	8,13	46,63	8,34	Areia Muito Fina	SILTE ARENOSO
PM03	3,11	4,51	14,36	61,48	14,06	0,99	0,87	0,63	Areia Média	AREIA COM CASCALHO ESPARSO
PM04	0,00	1,39	0,73	1,18	2,49	9,86	64,59	19,76	Silte	SILTE ARENOSO
PM05	0,00	0,16	1,12	5,53	35,42	13,99	28,53	15,26	Areia Muito Fina	AREIA LAMOSA
PM06	0,00	0,92	4,03	15,12	59,78	11,57	5,00	3,58	Areia Fina	AREIA
PM07	0,00	0,56	0,65	3,60	34,16	10,20	32,86	17,98	Areia Muito Fina	LAMA ARENOSA
PM08	0,00	0,00	0,13	0,40	2,02	8,96	71,24	17,25	Silte	SILTE ARENOSO
PM09	0,00	0,08	0,15	0,75	2,18	11,33	57,76	27,76	Silte	SILTE ARENOSO
PE01	3,05	2,13	19,31	35,08	18,10	6,43	15,74	0,16	Areia Fina	AREIA LAMOSA COM CASCALHO ESPARSO
PE02	1,14	1,11	5,74	15,42	24,24	6,71	38,04	7,61	Areia Muito Fina	AREIA LAMOSA COM CASCALHO ESPARSO
PE03	0,06	0,24	8,76	40,97	38,80	5,76	1,70	3,71	Areia Fina	AREIA

Fonte: Adaptado de Relatório de Campo da campanha de fevereiro do monitoramento de sedimento marinho e estuarino da AID do TNC (Scitech, 2013).



**Tabela IV.1-2: Resultados das análises de metais pesados e HTP fingerprint**

Ponto Amostral	Metais Pesados (mg/Kg)							HTP (mg/Kg)		
	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Mercúrio	Níquel	Zinco	HTP	HRP	MCNR
PE - 01	0,3	4	2,9	38,4	0,06	5	26	15	6	9
PE - 02	1	16	11,2	118,8	0,37	18	76	51	19	32
PE - 03	<0,2	2	1,6	21,6	0,12	3	22	16	7	9
PM - 01	0,6	9	4,5	69,8	0,06	10	34	12	3	9
PM - 02	0,8	12	8,4	93,3	0,12	15	46	10	3	7
PM - 03	0,2	3	1,4	29,4	<0,05	2	16	<2	<2	nd
PM - 04	1,3	17	13,1	145,4	0,11	22	66	17	5	12
PM - 05	0,8	12	7,4	90,3	0,05	13	45	13	3	10
PM - 06	0,7	11	6,7	85,6	0,07	13	42	8	2	6
PM - 07	0,8	12	8	93,4	0,07	14	43	6	2	4
PM - 08	1,3	18	14,2	149,2	<0,05	23	72	14	4	10
PM - 09	1,3	15	11,2	136,8	<0,05	19	62	11	3	8

Fonte: Adaptado de Relatório de Campo da campanha de fevereiro do monitoramento de sedimento marinho e estuarino da AID do TNC (Scitech, 2013).

Os resultados encontrados para metais foram comparados com os valores apresentados na Resolução CONAMA 454/2012 e com o critério americano estabelecido por Long et al (1995 *apud* HORTELLANI, 2008) através de estudos em sedimentos marinhos e estuarinos. A partir de tal comparação, a concentração de metais encontrada nos pontos amostrais classificou o sedimento dos pontos PM-04 e PM-08 como possivelmente tóxico com relação aos metais Cádmio (Cd), Cromo (Cr) e Níquel (Ni). Além disso, o ponto PM-09 obteve a mesma classificação com relação aos metais Cd e Cr. Este último também esteve presente em moderada concentração nos PM-05, PM-06 e PM-07. Já a análise de sedimentos estuarinos mostrou que apenas o ponto localizado mais próximo ao TNC (PE-02) encontra-se possivelmente tóxico devido às concentrações de Cr e Mercúrio (Hg).

De acordo com Nascimento (2008), Cádmio (Cd), Cromo (Cr) e Níquel (Ni) constituem grupo de metais intimamente relacionados com a atividade de exploração e produção de petróleo. Ressalta-se que os pontos onde esses metais aparecem em maior concentração são pontos próximos ao duto. Entretanto, não é possível afirmar que os metais encontrados no sedimento sejam provenientes de petróleo.

A concentração de HTP é um parâmetro usado para avaliação do estado de contaminação ambiental, uma vez que vincula o sedimento com as concentrações das frações de hidrocarbonetos saturados e aromáticos do petróleo ou outros resíduos das atividades petroleiras vertidos sobre o solo (QUEIROZ et al., 2008).

No que diz respeito à concentração de HTP, a Tabela IV.1-2 mostra que o maior valor registrado para este parâmetro ocorreu no ponto PE-02, ponto este localizado na região mais próxima ao TNC.

Da mesma forma que observado por Veiga (2003), avaliando a origem dos hidrocarbonetos em sedimentos superficiais de manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos / Bahia, percebe-se que a localidade com valor máximo de HTP é a que apresenta sedimento mais fino. Padrão semelhante é observado com relação aos sedimentos marinhos. Entretanto, de acordo com os padrões de qualidade adotados (Tabela IV.1-3), tais valores caracterizam o sedimento como não poluído.

**Tabela IV.1-3.** Padrões de qualidade ambiental baseados nas concentrações de HTP (hidrocarbonetos totais de petróleo) em sedimentos estuarinos e de substrato de zonas de manguezal.

Referências	Padrões de Qualidade adotados	Interpretação
Volkman et al., 1980	1,0 – 100,0 mg/Kg de HTP	Sedimentos não poluídos
Zheng et al., 2000	> 300,0 mg/Kg de HTP	Sedimentos poluídos

Fonte: adaptado de Veiga, 2003.

De acordo com Holz et al. (2012), tais padrões de qualidade também são aplicados em sedimentos marinhos e, de forma semelhante, a concentração de HTP encontrada nas amostras analisadas também caracterizam o sedimento como não poluído.

## IV.2 - MONITORAMENTO BIOLÓGICO

A comunidade zoobentônica do sedimento amostrado, considerando os doze pontos de coleta, esteve composta por 27 táxons pertencentes a 4 Filos, sendo 9 do Filo Annelida (33%), 11 do Filo Artrophoda (41%), 5 do Filo Mollusca (19%) e 2 do Filo Echinodermata (7%). O número de táxons encontrados em cada um dos doze pontos amostrais variou de 0 a 11, sendo que nos pontos localizados no estuário, foi registrado somente a presença de 1 táxon (ponto localizado a montante do TNC).

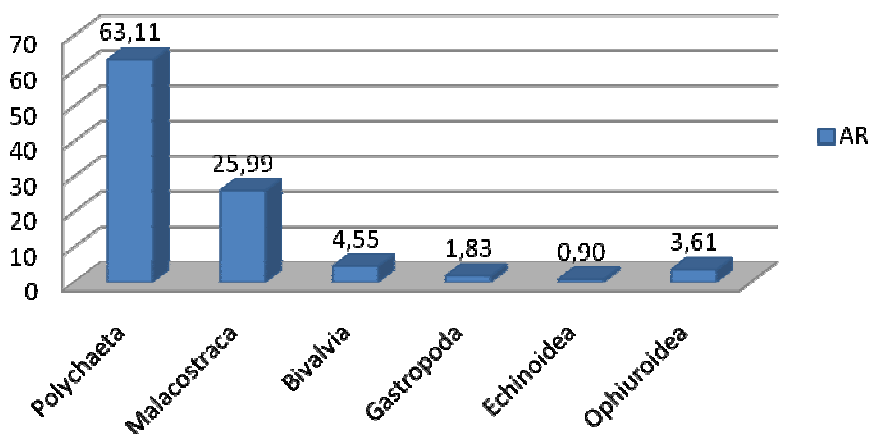
Os pontos que apresentaram maior riqueza de táxons são PM-07 (com 11 táxons) e PM-02 (com 10 táxons). Já os pontos com maior densidade de indivíduos coletados são PM-01 (média de 1,4566 ind/Kg) e PM-02 (média de 1,8264 ind/Kg), pontos estes considerados controle pelo Programa de Caracterização e Monitoramento Físico-químico e Biológico do Sedimento na AID do TNC. A lista de táxons identificados bem como a quantidade e densidade de indivíduos para cada ponto amostral da primeira campanha de monitoramento do primeiro semestre de 2013 é apresentada no Anexo IV.2-1.

Com relação ao número de indivíduos coletados, houve uma redução quando comparado com a campanha anterior (quinta campanha), totalizaram 107 indivíduos sendo a maior parte (63%) pertencente ao Filo Annelida, seguidos por Artrophoda (26%), Mollusca (7%) e Echinodermata (5%). A primeira campanha registrou 121 indivíduos, a segunda, a terceira, a quarta e a quinta apresentaram, respectivamente, 17, 205, 29 e 741 indivíduos.

A Figura IV.2-1 mostra a abundância relativa de cada classe durante a campanha de fevereiro de 2013. Percebe-se que a classe mais abundante foi Polychaeta, seguida por Malacostraca. As classes Bivalvia, Ophiuroidea, Gastropoda e Echinoidea apresentaram menor representatividade.

De acordo com Esteves (2011), o registro de Polychaeta é comum em ambientes marinhos e estuarinos. Dean (2008) relata que, apesar de bastante comum, essa classe pode ser considerada indicadora de poluição por resíduos orgânicos, devido à ocorrência comum em ambientes ricos em matéria orgânica. Além disso, de acordo com Salles (2007), os poliquetas são mais tolerantes a presença do petróleo e se beneficiam do enriquecimento orgânico.

## AR



**Figura IV.2-1:** Abundância relativa (AR), por classe, durante a campanha de fevereiro de 2013.

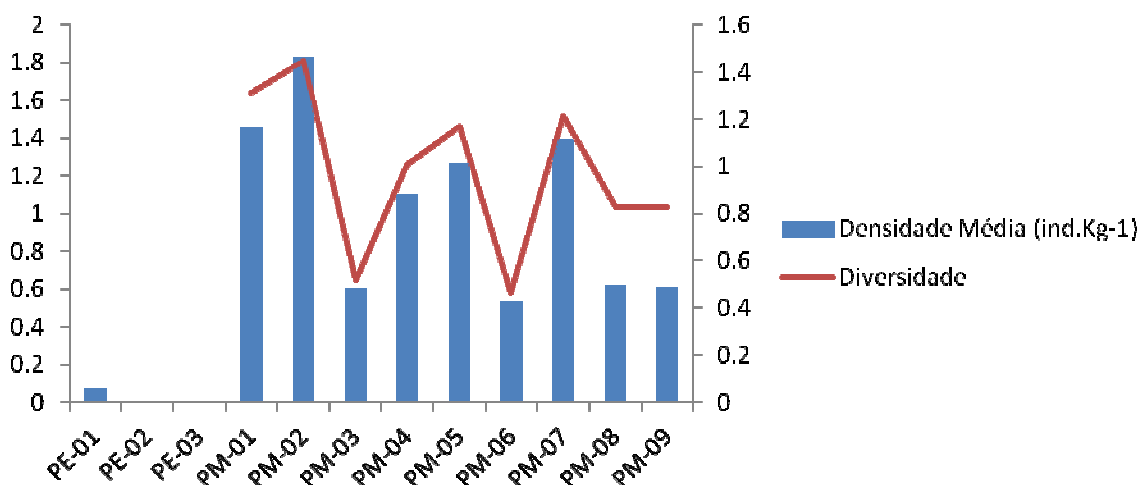
Dentre os táxons encontrados, os mais frequentes foram Glyceridae e Goniadidae, ambos da Classe Polychaeta (Filo Annelida), e encontrados em 6 dos 12 pontos amostrais. Já os táxons menos frequentes, presentes em apenas 1 ponto amostral, foram Psionidae (Classe Polychaeta – Filo Annelida), Phoxocephalidae, Cirolanidae, *Pagurus sp.* (Classe Malacostraca – Filo Artrophoda), *Nucula sp.*, Limopsidae (Classe Bivalvia – Filo Mollusca), Olividae, *Turritella hooker* (Classe Gastropoda – Filo Mollusca) e *Clypeaster sp.* (Classe Echinoidea – Filo Echinodermata).

Ressalta-se que alguns desses indivíduos são pertencentes à Classe Malacostraca (Subfilo Crustacea) e que a mesma foi a segunda classe mais abundante nesta campanha. De acordo com Nikitik & Robinson (2003), o grupo dos crustáceos é considerado como um grupo bom indicador da poluição por óleo, uma vez que impactos como o derramamento de óleo em áreas costeiras afetam principalmente espécies sensíveis aos hidrocarbonetos, principalmente crustáceos, como anfípodes (Jewett et al., 1999; Gesteira & Dauvin), especialmente na família Phoxocephalidae e na espécie *Amphelisca sp.*, sendo (GANDRA, 2004). Assim, a presença de crustáceos nesta campanha sugere que não há contaminação por petróleo.

A Figura IV.2-2 mostra a variação de densidade e diversidade em cada ponto amostral. Apesar de os pontos controle apresentarem médias de densidade e

diversidade maiores que os pontos localizados próximos ao duto e monobóia, não é possível afirmar que há influência do empreendimento sobre a população de zoobentos. De acordo com Pearson (1970), é possível que ocorra variação na densidade de organismos uma vez que a macrofauna bentônica responde às mudanças físicas e químicas do ambiente, tais como correntes, estações do ano, granulometria do sedimento, aumento de nutrientes, entre outros fatores.

### 1ª Campanha - Fevereiro/2013



**Figura IV.2-2:** Variação de densidade e diversidade ao longo dos pontos amostrais.

As Figuras IV.2-2 e IV.2-3, a seguir apresentam fotos dos principais táxons encontrados nesta campanha de monitoramento.



**Figura IV.2-3:** Táxons da Família Spionidae encontrados durante a análise de macrofauna.



**Figura IV.2-4:** Táxon da Família Glyceridae encontrado durante a análise de macrofauna.

A Tabela IV.2-1 mostra a riqueza de táxons, densidade, diversidade e abundância relativa em cada ponto amostral, sendo a última apresentada por filo. Na Tabela IV.2-2 é apresentada a frequência amostral de cada táxon.

**Tabela IV.2-1: Resultados de densidade, Diversidade de Shannon-Weaner e Abundância relativa das análises de zoobentos.**

Ponto Amostral	Riqueza (nº Táxons)	Densidade (ind.Kg <sup>-1</sup> )	Diversidade de Shannon-Weaner	Abundância Relativa			
				Annelida	Artrophoda	Mollusca	Echinodermata
PE-01	1	0,070921986	0	100	0	0	0
PE-02	0	0	-	-	-	-	-
PE-03	0	0	-	-	-	-	-
PM-01	8	1,456582633	1,99	80	20	0	0
PM-02	10	1,826360774	2,007	66,5	23,89	9,61	0
PM-03	6	0,598290598	1,748	0	57,14	28,57	14,29
PM-04	6	1,104700855	1,632	61,32	30,95	7,74	0
PM-05	7	1,264957265	1,768	73,32	13,34	0	13,34
PM-06	6	0,533783784	1,791	50,63	49,37	0	0
PM-07	11	1,394755079	2,253	62,42	12,75	12,42	12,42
PM-08	6	0,621147463	1,747	57,25	42,75	0	0
PM-09	6	0,610004742	1,751	70,85	29,15	0	0

**Tabela IV.2-1: Táxons encontrados no monitoramento de sedimento marinho e estuarino e sua frequência amostral (FA).**

FILO ANNELIDA				
Ordem	Família	Gênero	Espécie	FA
Aciculata	Paralacydoniidae			0,0017
Aciculata	Glyceridae			0,0050
Aciculata	Goniadidae			0,0050
Canalipalpata	Spionidae			0,0042
Aciculata	Syllidae			0,0033
Aciculata	Nereididae			0,0033
Aciculata	Psionidae			0,0008
Aciculata	Phyllodocida	Anaitides		0,0017
Aciculata	Eunicidae			0,0042
FILO ARTROPHODA				
Ordem	Família	Gênero	Espécie	FA
Decapoda	Alpheidae			0,0167
Decapoda	Pinnotheridae			0,0008
Decapoda	Penaeidae			0,0025
Decapoda	Grapsidae			0,0025
Decapoda	Crangonidae			0,0008
Decapoda	Xantidae			0,0017
Amphipoda	Ampeliscidae			0,0017
Amphipoda	Phoxocephalidae			0,0008
Isopoda	Cirolanidae			0,0008
Cumacea	Diastylidae			0,0008
Decapoda	Paguridae	Pagurus	Pagurus sp.	0,0008
FILO MOLLUSCA				
Ordem	Família	Gênero	Espécie	FA
Nuculoida	Nuculanidae	Nucula	Nucula sp.	0,0008
Veneroida	Mactridae	Mactrotoma		0,0025
Arcoida	Limopsidae			0,0008
Neogastropoda	Olividae			0,0008
Neotaenioglossa	Turritellidae	Turritella	Turritella hooker	0,0008
FILO ECHINODERMATA				
Ordem	Família	Gênero	Espécie	FA
Clypeasteroida	Clypeasteridae	Clypeaster	Clypeaster sp.	0,0008
Ophiurida				0,0017



## V - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação ao sedimento estuarino, o ponto amostral que apresentou maior concentração de HTP é o que se encontra mais próximo ao Terminal Norte Capixaba. Entretanto, apesar da diferença de concentração deste parâmetro e nos demais analisados, os valores encontrados indicam que o sedimento não está poluído. O sedimento marinho também foi classificado como não poluído para este parâmetro.

A concentração de metais encontrada nos pontos amostrais classificou o sedimento dos pontos PM-04 e PM-08 como possivelmente tóxico com relação aos metais Cádmio (Cd), Cromo (Cr) e Níquel (Ni). O ponto PM-09 obteve a mesma classificação, porém com relação aos metais Cd e Cr. Este último metal também esteve presente em moderada concentração nos PM-05, PM-06 e PM-07. Já a análise de sedimentos estuarinos mostrou que apenas o ponto localizado mais próximo ao TNC (PE-02) encontra-se possivelmente tóxico devido às concentrações de Cr e Mercúrio (Hg). Entretanto, aparentemente não há correlação entre as concentrações de metais e TPH com a macrofauna bentônica, pois, os pontos amostrais com maior concentração desses parâmetros não são os pontos amostrais com menor densidade e diversidade de organismos coletados.

Com relação ao monitoramento de zoobentos, a campanha realizada no mês de fevereiro de 2013 registrou 107 indivíduos e apresentou riqueza de 27 táxons distribuídos em doze pontos amostrais. Houve diferença com relação à colonização dos sedimentos marinho e estuarino, de forma que, no último foi registrado somente 1 táxon. A campanha de maio de 2012 registrou resultados semelhantes com relação à riqueza taxonômica no sedimento estuarino, sugerindo que esta pode estar relacionada à sazonalidade.

A Classe Polychaeta foi a mais abundante na campanha de fevereiro de 2013, seguida por Malacostraca (subfilo Crustacea). Apesar de poliquetas indicarem ambientes com alto teor de matéria orgânica, tal poluição pode não ser devido à possível existência de óleo na região uma vez que o subfilo Crustacea (segundo mais abundante na área estudada) apresenta organismos sensíveis à poluição por petróleo.

---

## VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA, Resolução nº 454, de 01 de novembro de 2012.

DEAN, H.K. The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. *Revista de Biologia Tropical*, Vol. 56, Nº 4, p. 11-38. 2008.

ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. 3ed. 826p. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

GANDRA, M.S.; BEMVENUTI, C.E.; ANGONESI, L.G.; COLLING, L.A.; PEDREZOLLI, E.; FRONZA, L. Efeitos do petróleo sobre a associação de macroinvertebrados bentônicos na Praia do Cassino, extremo sul do Brasil. In: *Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás*. Salvador, 2005.

GARCIA, S. K. *Biodisponibilidade e toxicidade de contaminantes em sedimentos na porção nordeste da Baía de Todos os Santos*. Tese. Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói, 2009.

HOLZ, F. P.; FABIÃO, B.R.P.; SANCHES FILHO, P. J. Estudo da concentração de hidrocarbonetos totais de petróleo em sedimentos da Barra do Saco do Laranjal, Pelotas, RS. In: *Anais do 21º Congresso de Iniciação Científica*, Universidade Federal de Pelotas, 2012.

HORTELLANI, M.A.; SARKIS, J. E. S.; ABESSA, D. M. S.; SOUSA, E. C.P. M. Avaliação da Contaminação por Elementos Metálicos dos Sedimentos do Estuário Santos – São Vicente. *Química Nova*, Vol. 31, Nº 1, p.10-19, 2008.

NASCIMENTO, L. A. *Diagnóstico da Possível Influência da Atividade Petrolífera em Sedimentos de Fundo da Bacia Piranhas-Açu, região Baixo Açu/RN*. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRG. Natal, 2008.

PEARSON, T.H. The benthic ecology of Loch Linnhe and loch eil, a sealoch system on the West cost of Scotland. I. The physical environment and distribution of the macrobenthic fauna. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol.5, Nº1, p.1-34.

QUEIROZ, A.F.S; CELINO, J.J. Impacto ambiental da indústria petrolífera em manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos (Bahia, Brasil). *Boletim Paranaense de Geociências*, Nº 62-63, p. 23-34. Editora UFPR. 2008.

SALLES, L.P. *Influência do derramamento de petróleo sobre a comunidade macrobentônica e degradação dos hidrocarbonetos do sedimento de manguezal do Canal da Passagem, Vitória-ES*. Monografia. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2007.

SCITECH. *Relatório de Campo referente ao Programa de caracterização e Monitoramento Físico-químico e Biológico do Sedimento Marinho e Estuarino da Área de Influência do Terminal Norte Capixaba*. Volume único. 2013.

VEIGA, I. G. *Avaliação da origem dos hidrocarbonetos em sedimentos superficiais de manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos / Bahia*. Dissertação. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. Macaé, 2003.

**VII - EQUIPE TÉCNICA**

<b>Profissional</b>	Leonardo José de Castro Veloso
<b>Instituição</b>	Ápice Projetos Ambientais
<b>Registro no Conselho de Classe da empresa e do profissional</b>	CRBio 1338 - 38.851/02 D
<b>Cadastro Técnico Estadual e Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	CTEA: 40173534 CTF: 776388
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	Coordenador de Equipe
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Gabriel Gonçalves Cipriano
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	Auxiliar de Campo
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional: Técnico Responsável</b>	Paula Vieira Lessa Ribeiro
<b>Instituição</b>	Ápice Projetos Ambientais
<b>Registro no Conselho de Classe do profissional</b>	CRBio 91.658/02
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	CTF: 5520125
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	Responsável Técnico
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Vinicius Chagas Lopes
<b>Instituição</b>	Ápice Projetos Ambientais
<b>Registro no Conselho de Classe do profissional</b>	CRBio 84.167/02
<b>Cadastro Técnico Estadual e Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	CTF: 5311171
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	Apoio e Revisão
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional – Estagiária de Engenharia Ambiental</b>	Bárbara Campos Fernandes
<b>Instituição</b>	Ápice Projetos Ambientais

<b>Profissional – Estagiária de Engenharia Ambiental</b>	Mayara Milaneze Altoé Bastos
<b>Instituição</b>	Ápice Projetos Ambientais