

## VI.2.2 PROJETO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL MARINHO

### VI.2.2.1 INTRODUÇÃO

Conforme previsto na avaliação de impactos, as atividades de instalação do Projeto Rota Cernambi - Cabiúnas causará interferências nos meios físico e biótico, relacionadas à mobilização de sedimento devido ao lançamento das estruturas e equipamentos e enterramento do duto, resultando no soterramento de organismos localizados sob o traçado do duto, na ressuspensão do sedimento de fundo e na possível alteração dos perfis e condições morfodinâmicas da praia.

É importante destacar que os organismos bentônicos têm pouca ou nenhuma mobilidade, o que dificulta ou impede a sua fuga da área afetada, tornando maior a sua sensibilidade. Esta característica faz com que diversos representantes desta comunidade sejam bons indicadores de qualidade de água e de sedimento (Gray et al., 1990).

### VI.2.2.2 JUSTIFICATIVA

A avaliação dos impactos ambientais referentes aos meios físico e biótico do trecho costeiro e oceânico, durante as fases de instalação e desativação, revelou a ocorrência de impactos ambientais avaliados como pouco relevantes, relevantes e muito relevantes. Os aspectos e impactos mais relevantes do empreendimento estão relacionados à fase de instalação do gasoduto em virtude de sua introdução e conseqüente interferência com o meio físico e biótico que o suportam. Sendo assim, a execução do Projeto de Monitoramento Ambiental Marinho apresenta-se como uma medida controle que visa acompanhar a implantação do empreendimento e seus potenciais impactos ambientais, mais especificamente dos aspectos relacionados à instalação e enterramento do trecho marítimo do gasoduto.

### VI.2.2.3 OBJETIVOS E METAS

Este Projeto tem como objetivo geral acompanhar as possíveis alterações ambientais na área de influência direta do trecho marítimo e costeiro do empreendimento, com foco voltado para as atividades de instalação.

- Caracterizar as condições ambientais dos meios físico e biológico da área de influência direta do trecho marítimo do Projeto Rota Cernambi – Cabiúnas, antes e após sua instalação;
- Monitorar as alterações morfodinâmicas e geomorfológicas das áreas sob ação do gasoduto durante toda sua fase de instalação;
- Contribuir para o conhecimento das alterações ambientais possivelmente decorrentes da implantação do projeto.
- Este Subprojeto de Monitoramento Ambiental Marinho prevê o cumprimento de metas principais, conforme relacionado a seguir:
- Realização de 2 campanhas oceanográficas ao longo da rota do gasoduto marítimo, sendo uma antes e outra após o término de instalação, visando à caracterização do sedimento e da macrofauna bentônica associada ao mesmo;

- Realização de campanhas bimestrais de monitoramento morfodinâmico praias na região de Cabiúnas, durante todo o período de instalação do gasoduto;
- Realização de campanhas anuais, durante os 3 primeiros anos após o término das instalações, para monitoramento do enterramento do gasoduto em sua região de chegada na praia e toda a região de enterramento do duto;
- Realizar avaliação sistemática dos resultados obtidos.

#### VI.2.2.4 PÚBLICO-ALVO

Considerando a natureza do Projeto, pode ser considerado como público-alvo todo o pessoal envolvido na equipe de planejamento e acompanhamento das atividades do Gasoduto Rota Cabiúnas.

De acordo com as exigências legais para os trâmites do processo de licenciamento ambiental da atividade, os resultados gerados serão encaminhados ao IBAMA, também considerado como parte do público-alvo deste subprojeto.

#### VI.2.2.5 SUBPROJETOS DE MONITORAMENTO

##### VI.2.2.5.1 Subprojeto de monitoramento da qualidade do sedimento e biota bentônica associada

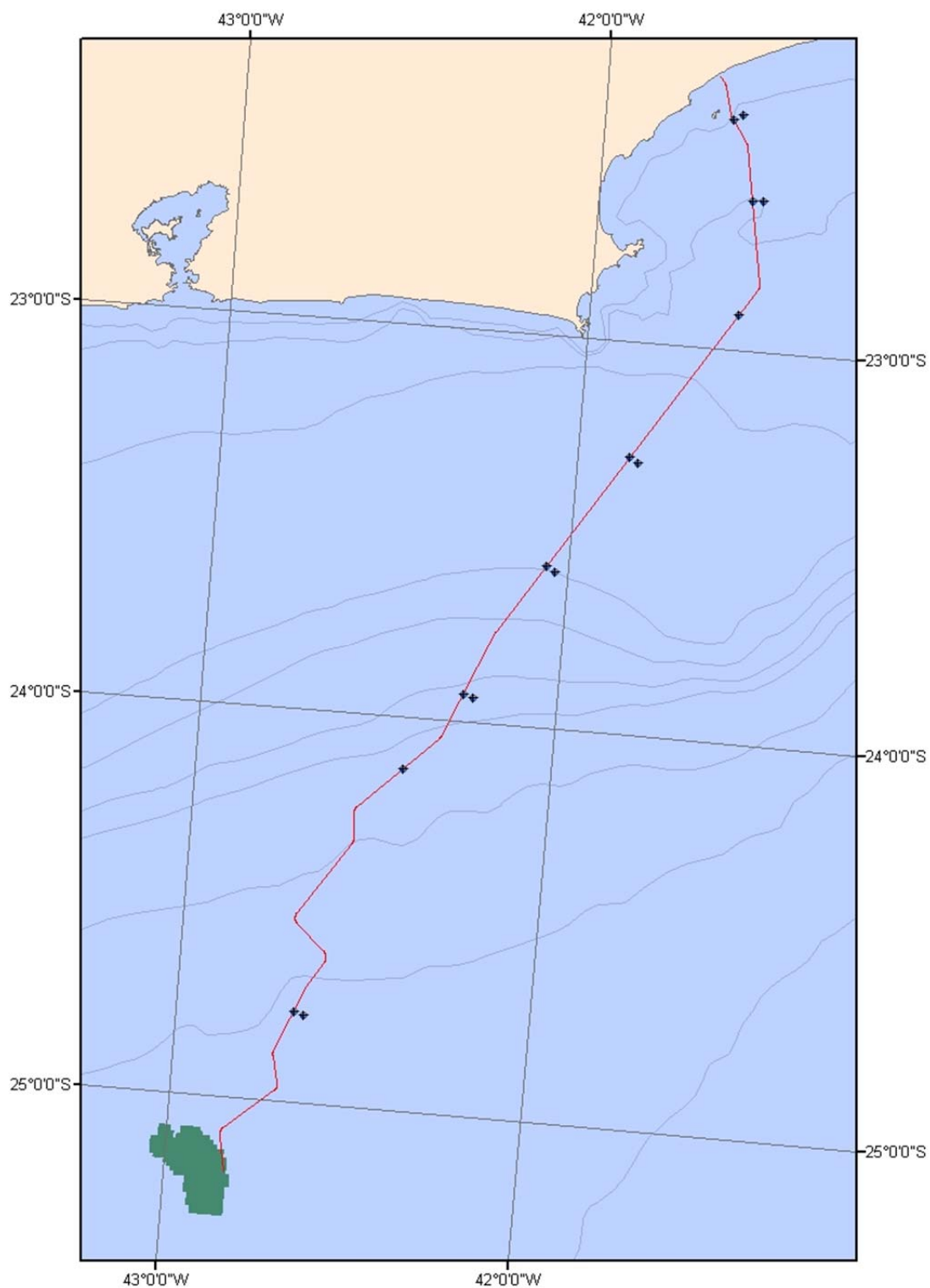
Conforme previsto na avaliação de impactos, as atividades de instalação do Projeto Rota Cabiúnas causará interferências nos meios físico e biótico, relacionadas à mobilização de sedimento devido ao lançamento das estruturas e equipamentos e enterramento do duto, resultando no soterramento de organismos localizados sob o traçado do duto, na ressuspensão do sedimento de fundo e na possível alteração dos perfis e condições morfodinâmicas da praia.

É importante destacar que os organismos bentônicos têm pouca ou nenhuma mobilidade, o que dificulta ou impede a sua fuga da área afetada, tornando maior a sua sensibilidade. Esta característica faz com que diversos representantes desta comunidade sejam bons indicadores de qualidade de água e de sedimento (Gray et al., 1990).

##### VI.2.2.5.1.1 Procedimentos metodológicos

Para monitoramento ambiental da instalação do duto marinho deverão ser realizadas coletas de amostras de sedimento para análises físico-químicas, de contaminantes e biológicas em estações oceanográficas posicionadas em áreas previamente selecionadas com base em critérios faciológicos e batimétricos. Assim, serão realizadas duas campanhas: a 1ª em até um mês antes do início da instalação do duto e a 2ª, após o término da instalação ou em até um ano após a 1ª campanha. Em cada campanha de coleta serão coletadas amostras em 14 pontos, sendo 8 ao longo da rota do duto, e 6 estações controle, distantes 3 km da rota, distribuídas segundo as fácies sedimentares anteriormente levantadas para o local, desde águas rasas (até 10 m de profundidade) até as proximidades da porção final do gasoduto na parte profunda, conforme apresentado na Figura VI.2.2.5.1.1-1.

Figura VI.2.2.5.1.1-1 - Localização do duto marinho e estações de coleta de qualidade do sedimento.



## A. PROCEDIMENTOS PARA COLETA

As amostras de sedimento serão coletadas em triplicata em cada uma das estações definidas, preferencialmente com um amostrador do tipo Mini Box Core 30 x 30 cm. Entretanto, a depender da granulometria predominante no ponto de coleta, poderão ser utilizados amostradores apropriados para os diferentes tipos de sedimentos presentes na região (ex: Box Corer, Busca fundo tipo Van Veen ou Eckman modificados).

No momento da chegada do amostrador a bordo, as amostras serão fotografadas, procurando-se utilizar sempre o mesmo padrão de iluminação, sendo elaborada uma breve descrição das características físicas das amostras.

Para cada amostragem realizada, serão retiradas sub-amostras através de minicores de 10 x 10 cm, introduzidos na amostra coletada de forma a permitir o fracionamento da amostra para retirada das alíquotas necessárias para as análises dos diversos parâmetros monitorados. Assim, para as análises da macrofauna bentônica serão retirados 4 (quatro) minicorers, para as análises físico-químicas do sedimento serão retirados 3 (três) minicorers, e para análise de contaminantes, 2 (dois) minicorers, salientando que para estes, são coletados apenas os 2 cm superficiais do sedimento.

As amostras de hidrocarbonetos (HTP, n-alcanos, MCNR, e HPA's) serão as primeiras a serem retiradas dos amostradores. Serão coletadas amostras com uma colher de metal descontaminada. As amostras serão armazenadas em vasilhames de alumínio, previamente descontaminadas em forno mufla (acima de 400°C) e mantidas congeladas até chegada ao laboratório.

As amostras para determinação de metais (Al, Ba, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, V, Zn) serão retiradas com colher de plástico descartável. Estas amostras serão armazenadas em sacos plásticos e mantidas congeladas até o momento da análise em laboratório.

As amostras para granulometria, matéria orgânica total, carbono orgânico, teor de carbonato, nitrogênio total e fósforo total serão armazenadas em sacos plásticos e estocadas no freezer.

O Quadro VI.2.2.5.1.1-1 resume as metodologias de coleta para os parâmetros a serem analisados no sedimento.

**Quadro VI.2.2.5.1.1-1- Quantitativos amostrais e metodologia de coleta e acondicionamento das amostras para os diferentes parâmetros a serem analisados no sedimento.**

Parâmetros		Metodologia de Coleta
1	MOT	Coleta de 200g de amostra, dos 10cm superficiais do sedimento, com auxílio de gabarito de metal. Amostra acondicionada em sacos plásticos tipo <i>zip loc</i> , mantidos congelados.
2	COT	
3	Nitrogênio Total	Coleta de 300g de amostra, dos 10cm superficiais do sedimento, com auxílio de metal. Amostra acondicionada em sacos plásticos tipo <i>zip loc</i> , mantidos congelados.
4	Fósforo Total	
5	Carbonatos	Coleta de 200g de amostra, dos 10cm superficiais do sedimento, com auxílio de gabarito de metal. Amostra acondicionada em sacos plásticos tipo <i>zip loc</i> , mantidos congelados.
6	Granulometria	
7	Hidrocarbonetos (HPA, n-alcanos, MCNR e HTP)	Coleta de 200g de amostra, de 0 a 2cm superficiais da amostra, com auxílio de colher e gabarito de metal descontaminados. Armazenamento em marmitas de alumínio, conservadas congeladas.

Parâmetros		Metodologia de Coleta
8	Metais (Fe, Al, Ba, B, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Ni, V, Mn, As e Hg)	Coleta de 100g de amostra, de 0 a 2 cm superficiais da amostra, com auxílio de colher de plástico descartável e gabarito de PVC. Armazenamento em sacos plásticos tipo <i>zip loc</i> , conservados congelados.

As amostras para análise de biota serão fixadas em formol 4% tamponado com bórax em frascos devidamente etiquetados, com informações sobre o ponto de coleta, ou será realizado o peneiramento a bordo em malhas de 500µm ou 300 e 500µm, sobrepostas, para amostras coletadas em zonas rasas ou zonas profundas (a partir do talude), respectivamente. Posteriormente a coleta, registra-se a profundidade da camada anóxica, quando visível.

As análises relativas ao monitoramento de biota incluirão, em uma primeira etapa, a lavagem e a triagem das amostras em microscópio estereoscópico. Após, é realizada a identificação dos espécimes, feita até o menor nível taxonômico possível, principalmente para os grupos mais abundantes (Crustacea, Mollusca e Polychaeta).

A partir dos dados coletados, serão obtidos os seguintes descritores biológicos: composição taxonômica, frequência de ocorrência, dominância, riqueza, abundância, diversidade, equitabilidade, densidade e distribuição horizontal, tanto para os principais grupos taxonômicos quanto para a comunidade da macrofauna bentônica. Análises uni e multivariadas serão aplicadas aos dados para fins de análise e interpretação.

## B. PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE

Os parâmetros listados no Quadro VI.2.2.5.1.1-2 serão analisados no sedimento coletado, seguindo métodos padronizados. Os laboratórios contratados apresentarão os resultados de controle de qualidade analítica dos seus resultados.

As amostras para análises físico-químicas deverão ser estocadas em gelo para transporte ao laboratório, onde serão mantidas em freezer até serem analisadas. As metodologias a serem aplicadas nas análises dos diferentes parâmetros e seus respectivos limites de detecção encontram-se especificados na Quadro VI.2.2.5.1.1-2.

**Quadro VI.2.2.5.1.1-2- Metodologias analíticas e limites de detecção dos diferentes parâmetros a serem analisados no sedimento.**

Parâmetros	Metodologia Analítica	Limite de detecção	
1	MOT	Diferença após calcinação a 450° por 24h	n.a
2	COT	Descarbonatação e combustão em alta temperatura com analisador elementar CHN	n.a
3	Nitrogênio Total	Descarbonatação e combustão em alta temperatura com analisador elementar CHN	20 mg/kg
4	Fósforo Total	Digestão ácida e ICP-OES – Espectrometria de emissão atômica por plasma de argônio induzido	0,5 mg/kg
5	Teor de Enxofre	Oxidação e análise de sulfato por cromatografia iônica com detecção por condutividade elétrica	0,001%
6	Carbonatos	Sugui (1973) – Diferença após acidificação	n.a
7	Granulometria	Folk (1968) e Silite/argila por pipetagem	n.a

Parâmetros		Metodologia Analítica	Limite de detecção
8	HPA ind. 16	Extração Soxhlet, sílica gel clean up e cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (CG-EM), EPA 82700, EPA 3540C E EPA 3630C	0,0008 mg/kg
9	n-alcanos/MCNR/HTP's	EPA 3540C – Extração Soxhlet, EPA 3630C – Sílica gel clean up e EPA 8015D – cromatografia gasosa com detector de ionização em chama (CG-FID)	0,01 mg/kg
10	Metais (FE, Al, Ba, B, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Ni, V, Mn, As)	Digestão ácida em ICP-OES – Espectrometria de emissão atômica por plasma de argônio induzido	Fe: 0,5; Al, Cr, Mn, Ni, Zn: 0,25; Ba, Pb, V: 0,1; Cu: 0,05; Cd: 0,015 mg/kg
11	Hg	Digestão ácida e CV-AAS – Espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio	0,02 mg/kg

### VI.2.2.5.2 Subprojeto de monitoramento da morfodinâmica praial e inspeção da cota de enterramento do gasoduto

Estudos de morfodinâmica de praias são importantes para o monitoramento das regiões de deposição e erosão de sedimentos. As relações entre os fenômenos que controlam estes processos são bastante complexas, e seu entendimento requer uma investigação de parâmetros transientes e não lineares que incluem a hidrodinâmica da praia e os processos de transporte sedimentar.

A malha amostral definida para o subprojeto consiste na realização de 7 perfis de praia localizados a 200, 1.000 e 2.000 metros para cada lado a partir do ponto de chegada do duto na praia de Cabiúnas, além de perfil localizado sobre a própria rota do duto sempre que a atividade de instalação permitir o monitoramento do mesmo. A malha proposta objetiva verificar possíveis centros de erosão ou deposição em virtude da instalação e presença do duto na praia, sendo que o distanciamento entre os perfis foi previsto de modo a permitir dimensionar a escala dos possíveis eventos de erosão e deposição. Malha semelhante já foi utilizada em outro projeto de monitoramento de morfodinâmica praial, tendo demonstrado excelentes resultados.

A medição das cotas topográficas na extensão emersa dos perfis praias será feito por nivelamento topográfico convencional, empregando nível, teodolito, estação total ou RTK (Real Time Kinematic). Uma vez iniciado o projeto e definindo-se a metodologia de levantamento topográfico, a mesma será mantida durante todo o tempo de execução do monitoramento, só sendo aceita sua substituição no caso de utilização de metodologias mais conservadoras, isto é, mais precisas e acuradas, nunca ao contrário. Para a medição das cotas de profundidade na extensão da zona submersa dos perfis, deverá ser utilizado ecobatímetro devidamente calibrado às condições de temperatura e salinidade do local, acoplado a um compensador de ondas e a um sistema de localização (DGPS), a bordo de uma embarcação.

O ajuste do nivelamento ao nível médio do mar deverá ser feito a partir de uma referência de nível (RN) conhecida ou, na sua ausência desta, a partir da determinação do nível do mar no momento da observação, na posição do refluxo máximo da onda na face da praia, sob condições de mar calmo, posteriormente corrigido com auxílio da tábua de marés, conforme metodologia explicitada em Muehe et al. (2003).

Em cada um dos perfis serão coletadas amostras sedimentares para análises granulométricas em 4 posições, a saber: pós-praia, face praial, zona de varrido e zona de arrebenção. No perfil localizado sobre a diretriz do duto, serão coletadas ainda amostras na porção submersa, a cada variação batimétrica de 1 metro, até os 10 a 12 metros de profundidade. Na porção emersa, os sedimentos serão coletados com auxílio de uma pá. Na porção submersa, será utilizado um amostrador de fundo do tipo Van Veen. O tratamento e análise das amostras e tratamentos estatísticos seguirão as metodologias propostas por Suguio (1973) e Folk & Ward (1957).

Juntamente com o levantamento do perfil de praia e a coleta das amostras sedimentares, deverão ser estimados os parâmetros oceanográficos, meteorológicos e morfodinâmicos básicos para o auxílio na interpretação dos resultados, sendo eles: (i) direção e velocidades dos ventos, (iii) direção, período e altura de ondas, (iv) distância, período e duração do espraiamento. As observações serão realizadas apenas durante o período de realização de campanhas e serão feitas por meio de técnicas consagradas de observação visual das variáveis mencionadas acima, segundo método proposto por Melo (2002). As campanhas terão periodicidade bimestral, sendo iniciadas antes do início da instalação do duto e perdurando até, pelo menos, 12 meses após o término da instalação, no caso de instalação através do método de shore approach. Caso a instalação seja realizada através de furo direcional, o projeto será encerrado logo no início da instalação, tendo em conta que, neste caso, não são esperados impactos na morfodinâmica da região.

Na porção submersa, ao longo de todo o trecho onde o gasoduto será enterrado, serão realizadas campanhas de inspeção sobre sua diretriz a fim de se verificar possíveis variações na espessura da cobertura sedimentar ao longo do trecho, e identificar possíveis afloramentos do duto. A determinação da cota de enterramento será feita imediatamente após a conclusão da instalação e seguido por campanhas anuais durante os 3 primeiros anos. Este período considera a experiência prévia da empresa na execução deste escopo de monitoramento. Caso, após este período, os resultados obtidos sejam satisfatórios, tendo em conta as cotas de enterramento previstas no EIA, a periodicidade das campanhas passará a ser a mesma estabelecida nas inspeções preventivas definidas nos procedimentos operacionais da PETROBRAS, isto é, a cada 5 anos.

Serão empregados métodos de levantamento sísmico, tais como perfilagem de subfundo, magnetometria ou tomografia elétrica, com os dados sendo coletados continuamente ao longo da diretriz do duto. Eventualmente, poderá ser empregado mergulho autônomo para observações diretas nas profundidades onde o enterramento permita a aplicação de tal método (profundidades de enterramento menores que 1 m).

O monitoramento consistirá na verificação das cotas de enterramento do duto em relação ao fundo marinho ou em relação ao perfil de erosão máximo da praia e da zona de arrebenção.

Os levantamentos de dados seguirão a mesma configuração, sendo realizados com os mesmos equipamentos, tendo a mesma configuração metodológica, para que os resultados obtidos nos diferentes levantamentos sejam comparáveis. Dentre as técnicas e equipamentos passíveis de serem utilizados, tem-se:

- Levantamento batimétrico com multibeam para determinação da morfologia do fundo marinho e realização de perfis batimétricos esquemáticos. No caso do duto estar, ou tiver sido desenterrado, é possível observar a presença do duto.

- Levantamento com sonar de varredura lateral, utilizado para identificar trechos descobertos do duto (desenterrados), assim como mapear as variações da cobertura sedimentar do fundo marinho. Este tipo de levantamento também permite avaliar se o fundo marinho está sendo retrabalhado pela ação de correntes de fundo, inclusive determinando a direção da corrente, quando estruturas do tipo ondas de areia estiverem presentes no fundo marinho. Este método permite somente a investigação acima do fundo marinho.
- Levantamento sísmico de alta resolução (perfilador de subfundo - SBP), utilizado para determinar a posição do duto sob o fundo marinho. Esta determinação é feita considerando-se a presença de hipérbolos de difração nos registros. A cota de enterramento será determinada medindo-se o tempo em milissegundos entre o fundo marinho e o topo da hipérbole no registro sísmico, multiplicado por 1.500 m/s (velocidade do som na água no mar). A vantagem deste método é basicamente a rapidez na determinação da cota de enterramento que é feita em tempo real. No entanto, os sistemas de perfilagem de subfundo são mais eficientes em áreas onde a cobertura sedimentar é mais lamosa. Em águas muito rasas (< 2 m) e em sedimentos arenosos muito compactos ou grosseiros, o que é o caso da maioria das praias, os sistemas de SBP são pouco eficientes. Nestes casos a atenuação do sinal acústico é muito forte e não é possível visualizar nenhuma estrutura, seja ela geológica ou antrópica, abaixo fundo marinho. Para mitigar esta deficiência, utiliza-se o levantamento magnetométrico.
- Levantamento magnetométrico, baseado na medição de anomalias do campo magnético da área em função da presença de objetos metálicos. A determinação da cota de enterramento através deste método é feita a partir da simulação das anomalias mapeadas em um programa específico, utilizando-se, para isso, parâmetros do duto, tais como espessura da parede e susceptibilidade magnética do material (esta última muitas vezes determinada de forma empírica) e parâmetros do campo magnético para a área e época do levantamento. Este método exige um processamento de informações mais complexo e sua utilização para determinação das cotas de enterramento em tempo real é pouco eficiente. Por outro lado, a vantagem deste método é que ele é insensível ao tipo de sedimento (areia ou lama).

Conforme acima descrito, os métodos SBP e de levantamento magnetométrico devem ser empregados simultaneamente para permitir a determinação da posição do duto, caso o SBP não funcione de forma adequada.

#### *VI.2.2.5.2.1 Acompanhamento e avaliação*

O Projeto de Monitoramento Ambiental Marinho será avaliado através de relatórios técnicos elaborados após a realização de cada campanha de amostragem, abrangendo os resultados obtidos nas análises realizadas. Estes resultados poderão subsidiar adequações no projeto ao longo de sua realização. Os relatórios poderão avaliar o desempenho do Projeto através do cruzamento dos seus resultados com os objetivos e metas estabelecidos. Haverá ainda a elaboração de um relatório final de avaliação contemplando os resultados de todas as campanhas, permitindo assim uma análise integrada associada à atividade.

Assim, de acordo com o cronograma das campanhas, deverão ser apresentados os seguintes relatórios:

- Relatórios de Monitoramento de Qualidade de Sedimento e Biota Bentônica Associada: será apresentado, por campanha realizada, um relatório técnico de avaliação ambiental, contendo a descrição de todo o trabalho desenvolvido, desde os procedimentos de campo, análises laboratoriais e as metodologias empregadas, tratamento dos dados e análises



estatísticas, além do diagnóstico ambiental da área, de acordo com os dados obtidos. Este relatório tem caráter integrador, isto é, para cada campanha realizada, os resultados serão posteriormente avaliados a luz dos resultados obtidos nas campanhas anteriores permitindo assim a identificação e análise das alterações ocorridas no meio ambiente devido à instalação do duto e o grau de reversibilidade das mesmas, em função dos resultados obtidos ao longo das campanhas.

- Monitoramento da morfodinâmica praial e inspeção da cota de enterramento do gasoduto: os resultados obtidos nas campanhas bimestrais de monitoramento da morfodinâmica praial serão encaminhados semestralmente. Os resultados obtidos nas campanhas de levantamentos sísmicos serão encaminhados anualmente, em relatório contendo também a descrição das metodologias empregadas. Ao término do monitoramento, será emitido um relatório final, integrando os resultados obtidos.

#### VI.2.2.5.2.2 *Inter-relação com outros projetos*

Este Projeto de Monitoramento Ambiental Marinho apresenta interfaces com outros programas, como, por exemplo, o de Comunicação Social, o de Educação Ambiental e o de Educação Ambiental dos Trabalhadores.

#### Atendimentos a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

A legislação ambiental brasileira aponta para a necessidade da realização de um monitoramento desta natureza, conforme indicam os diplomas legais relacionados a seguir.

- Decreto No 1.530/95 – Convenção dos Direitos do Mar;
- Resolução CONAMA no 237/97 – regulamenta o Sistema Nacional de Licenciamento Ambiental;
- Decreto No 2.508/98 – promulga a Convenção Internacional para a prevenção da poluição causada por navios (MARPOL);
- Lei Nº 3.179/99 – especifica penalidades para danos ambientais;
- Declaração do Rio (Princípio 15) - princípio da prevenção;
- Carta Constitucional/1988 - §3º, art. 225 responsabilização dos infratores em reparar os danos causados;
- Lei Nº 6.938/87 - Política Nacional do Meio Ambiente, bases para proteção ambiental.

#### VI.2.2.5.3 **Subprojeto de monitoramento ambiental dos bancos de corais**

Os recifes ou bancos de corais de águas profundas ou frias podem ser encontrados em todos os oceanos com exceção de algumas regiões polares (UNEP, 2004) e numa ampla variação de profundidade (Hatcher & Scheibling, 2001). Algumas espécies destes cnidários formam estruturas tridimensionais conhecidas como montes (*mounds*), bancos ou popularmente recifes. Entre os principais formadores de recifes ou bancos de corais em águas profundas encontram-se várias espécies da Ordem Scleractinia: *Lophelia pertusa*, *Enallopsammia profunda*, *Goniocorella dumosa*, *Solenosmilia variabilis* e *Oculina varicosa* (Wilson, 1979), algumas destas registradas na costa brasileira (Pires, 2007) e na Bacia de Campos (Curbelo

Fernandez *et al.*, 2005). Ao contrário da maioria dos corais de águas rasas, os corais de águas profundas não possuem associações simbióticas com algas (são azooxantelados) e se alimentam, principalmente, de organismos da coluna d'água (Gage & Tyler, 1991). Além dos próprios cnidários formadores de recifes, outros invertebrados e peixes encontram na complexidade estrutural dos corais as condições ideais para assentamento, crescimento e reprodução (UNEP, 2004).

Até poucos anos atrás, o conhecimento destes ecossistemas era baseado nas informações obtidas através das técnicas tradicionais de amostragem de mar profundo (arrastos -redes e dragas- ou pegadores). Atualmente, o uso de equipamentos como o sonar de varredura lateral (*Side Scan Sonar* - SSS), ecossondas e sísmica, para localizar os bancos de coral, e o uso de veículos de operação remota (*Remotely Operated Vehicles* - ROVs) e submersíveis, para a obtenção de imagens, têm permitido estudar estes ambientes remotos conservando a integridade dos mesmos (Hovland & Mortensen, 1999; Mortensen *et al.* 2000, Hovland *et al.*, 2002).

Algumas atividades antrópicas desenvolvidas nas últimas décadas em ambientes profundos têm causado impactos a estes ecossistemas, sendo que as atividades pesqueiras aparecem no topo desta lista (UNEP, 2004). A extração de minérios, a exploração e produção de hidrocarbonetos, a instalação de cabos elétricos e de telecomunicações e a prospecção de corais preciosos são outras atividades potencialmente causadoras de impacto.

A instalação de estruturas submarinas pode provocar alterações no fundo marinho devido ao contato direto. Com exceção das âncoras, o impacto de outras estruturas submarinas (dutos, *manifolds*, etc.) fica restrito, geralmente, a poucos centímetros de profundidade e uma pequena área no entorno da estrutura, dependendo do tipo de sedimento. O lançamento de gasodutos pode afetar as comunidades de corais de águas profundas pela ressuspensão de sedimento durante o assentamento do duto, durante o seu processo de enterramento (isto no caso de águas rasas) e/ou causar a destruição do habitat como resultado do contato direto do duto, âncoras e amarras de embarcações de apoio (Brooke & Schroeder, 2007). A ressuspensão de sedimento nas proximidades do leito marinho devido ao lançamento de dutos geralmente é de pouco alcance e restrito ao período do lançamento (MMS, 2000-001; MMS, 2001-067). Estudos realizados no Golfo do México estimam que 0,32 hectares de fundo marinho são afetados por quilômetro de duto instalado, o que equivale a 1,6 m para cada lado do duto (MMS, 2001-067).

Os efeitos da ressuspensão de sedimento sobre corais de águas rasas normalmente são consequência de um aumento na turbidez da água do mar, afetando diretamente o processo de obtenção de energia (fotossíntese) desempenhado pelas zooxantelas (Rogers, 1990). A avaliação dos efeitos da ressuspensão sobre corais de águas profundas em laboratório apontam para a tolerância da espécie *L. pertusa* à sedimentação através da movimentação de tentáculos e produção de muco (Larsson & Purser, 2011). Recentemente, três projetos de avaliação e monitoramento ambiental, conduzidos pela Petrobras avaliaram o efeito da ressuspensão de sedimentos devido ao lançamento de dutos rígidos sobre bancos de corais de águas profundas (gasodutos Sul-Capixaba, Uruguá-Mexilhão e Tupi-Mexilhão). Estes estudos mostraram não haver alterações morfológicas ou evidências de soterramento das colônias de corais devido ao lançamento dos mesmos.

#### VI.2.2.5.3.1 Justificativa

Os projetos de avaliação e monitoramento ambiental, conduzidos pela Petrobras para avaliar o efeito da ressuspensão de sedimentos devido ao lançamento de dutos rígidos em ambientes de corais de águas profundas vêm contribuindo para o conhecimento do impacto sobre esses

ecossistemas. Embora não tenham sido evidenciados efeitos nestas comunidades, o presente documento apresenta uma proposta de projeto de monitoramento e avaliação de impacto ambiental específica para a instalação de linhas flexíveis.

#### *VI.2.2.5.3.2 Objetivo*

Avaliar o estado das formações carbonáticas identificadas próximas à diretriz do gasoduto Rota Cabiúnas, antes e após o lançamento do gasoduto.

#### *VI.2.2.5.3.3 Metas*

- Realização de uma campanha de investigação com ROV sobre os bancos localizados nas proximidades da diretriz do gasoduto Rota Cabiúnas para a escolha de espécies sentinelas, denominada 1ª Campanha. Prazo estimado: antes do início da instalação do projeto;
- Realização de uma campanha de investigação com ROV sobre os bancos avaliados na 1ª Campanha, denominada 2ª Campanha. Prazo estimado: até 90 dias após o lançamento do gasoduto;
- Realização de uma campanha de investigação com ROV sobre os bancos avaliados na 1ª Campanha, denominada 3ª Campanha. Prazo estimado: até 1 ano após término da 2ª Campanha;

#### *VI.2.2.5.3.4 Público alvo*

O presente projeto de monitoramento tem como público alvo a Petrobras e o CGPEG/DILIC/IBAMA.

#### *VI.2.2.5.3.5 Campanhas com ROV*

Serão realizadas três campanhas com ROV, além do acompanhamento do lançamento do gasoduto.

### **C. PRIMEIRA CAMPANHA**

Durante a primeira campanha serão revisitadas, com ROV, as formações carbonáticas previamente identificadas durante as campanhas de caracterização. Embora estas formações tenham sido anteriormente visitadas, nesta nova inspeção serão selecionados alguns organismos suspensívoros e sésseis (espécies sentinela), os quais serão monitorados durante as duas campanhas seguintes. Será dada preferência a espécies de corais pétreos formadoras de bancos/recifes, corais moles coloniais (gorgônias e corais negros) e esponjas. Durante o levantamento também serão registradas as características do sedimento e da biota para fins de comparação antes e depois da instalação das linhas flexíveis.

As inspeções deverão ser realizadas nas faixas batimétricas onde foi identificada a ocorrência de bancos de coral, ao longo da diretriz do gasoduto. As faixas batimétricas objeto do monitoramento serão as seguintes:

- Faixa entre 146 m e 186 m de profundidade;
- Faixa entre 787m e 874m de profundidade.

Em cada faixa selecionada a inspeção iniciará com o ROV alinhado sobre a rota do gasoduto, percorrendo a mesma e dirigindo-se aos bancos de corais mapeados em suas proximidades. Será utilizada uma câmera filmadora colorida e o sonar do ROV com este objetivo.

Para cada evento observacional, ou seja, pontos nos quais é feita a avaliação da imagem, são descritas as seguintes informações e características (parâmetros):

- Empreendimento;
- Data;
- Coordenadas;
- Profundidade (m);
- Taxon;
- Importância na formação de recifes;
- Abundância relativa;
- Tamanho aproximado (m);
- Morfologia;
- Associação com outros organismos;
- Dispersão espacial;
- Evidências de sedimentação;
- Evidências de soterramento;
- Importância estrutural;
- Observações gerais.

Para as estimativas quali-quantitativas da fauna, serão aplicados os atributos descritos no Quadro VI.2.2.5.3.5-1.

**Quadro VI.2.2.5.3.5-1 - Atributos dos parâmetros quali-quantitativos**

<b>Atributos</b>	<b>Medida</b>
Formador de recife?	Sim/ não
Abundância relativa	Baixa/ média/ alta
Tamanho (altura ou largura)	Pequeno (<30 cm)/ Médio ( 30 cm <1 m)/ Grande (>1 m)
Morfologia	Ramificado/ não ramificado
Associações	Nenhuma/ poucas (1-2) / várias (>2)
Dispersão espacial	Solitário/ Agregado

Atributos	Medida
Evidência de sedimentação	Baixa/ média/ alta
Importância estrutural	Baixa/ média/ alta

Adaptado de Brooke & Schroeder, 2007.

#### D. LANÇAMENTO DO GASODUTO ROTA CABIÚNAS

Durante o lançamento, será realizada a inspeção do corredor de lançamento do gasoduto utilizando-se um ROV a frente do ponto de assentamento (touch down point – TDP), buscando minimizar ao máximo as interferências com as formações carbonáticas ou mesmo evita-las, quando possível.

Deve se ter em mente que a possibilidade de pequenos desvios na instalação do gasoduto é limitada. Por se tratar de um duto rígido, composto de liga de aço-carbono com 24” de diâmetro, a elaboração das alternativas de traçado, também considerou requisitos de viabilidade técnica e operacional de lançamento. Como por exemplo, podem ser citadas as limitações técnicas de instalação durante a navegação, quanto ao limite de raio mínimo de curvatura do duto (2,5 quilômetros). Isto confere maiores limitações operacionais para o contorno sistemático de obstáculos em curtas distâncias, principalmente quando o lançamento do duto ocorre em uma região de lâmina d’água significativa (neste caso de aproximadamente 900 metros).

#### E. SEGUNDA E TERCEIRA CAMPANHAS

Nestas oportunidades serão revisitadas as mesmas formações da primeira campanha para a verificação de possíveis alterações nos espécimes sentinela selecionados, procurando desta forma a avaliar o impacto à fauna decorrente do lançamento e instalação das linhas flexíveis em suas proximidades. A inspeção será iniciada com ROV alinhado sobre as linhas na região de cada alvo mapeado e seu deslocamento seguirá este alinhamento (corredores) observando-se as características do fundo contíguo sobre os mesmos. Tanto no campo quanto no laboratório de análise de imagens ambientais marinhas, para cada evento observacional, ou seja, nos pontos nos quais é feita a avaliação da imagem, são descritas as mesmas informações e características (parâmetros) avaliadas nas imagens preexistentes.

Para as estimativas quali-quantitativas da fauna, serão aplicados os mesmos atributos descritos no Quadro VI.2.2.5.3.5-1.

#### VI.2.2.5.3.6 Cronograma

1ª. Campanha	Antes do início da instalação
Comunicação por escrito à CGPEG apresentando os alvos e sentinelas selecionados	20 dias após a campanha
Lançamento do gasoduto Rota Cabiúnas – trecho profundo	Abril/2014 a dezembro/2014
Comunicação por escrito à CGPEG, informando os resultados da operação de lançamento do gasoduto (item VII.1.2)	15 dias após o fim do lançamento nas faixas batimétricas inspecionadas
2ª. Campanha	Até 90 dias após o lançamento

1ª. Campanha	Antes do início da instalação
3ª. Campanha	Até 1 ano após a execução da 2ª. campanha
Consolidação dos dados	6 meses após a 3ª. campanha

#### VI.2.2.5.3.7 *Resultados esperados*

Corroborar os resultados dos Projetos de Monitoramento Ambiental dos dutos rígidos Sul Capixaba, Uruguá-Mexilhão, Tupi-Mexilhão e corredores de linhas flexíveis da P-63 quanto à ausência de impactos da ressuspensão de sedimentos sobre bancos de corais de águas profundas devido ao lançamento de dutos submarinos (rígidos e flexíveis).

#### VI.2.2.5.3.8 *Inter-relação com outros projetos*

O presente projeto tem inter-relação com os projetos de avaliação e monitoramento ambiental dos gasodutos Sul-Capixaba, Uruguá-Mexilhão, Tupi-Mexilhão e P-63 que tratam sobre o mesmo tema.

### VI.2.2.6 INDICADORES AMBIENTAIS

As metas propostas acima serviram como base para a seleção dos indicadores ambientais do Projeto de Monitoramento Ambiental Marinho

- Qualidade do sedimento marinho: variáveis físicas, químicas e físico-químicas;
- Comunidades bentônicas (fito e zoobentos): riqueza, densidade, abundância, diversidade e equitabilidade;
- Morfodinâmica praias: alteração dos padrões morfodinâmicos e profundidades de enterramento do gasoduto no trecho de praia e no trecho submarino;
- Relatórios de Resultados.

### VI.2.2.7 PRODUTOS

Serão elaborados relatórios técnicos após a realização de cada campanha de amostragem, abrangendo os resultados obtidos nas análises realizadas. Estes resultados poderão subsidiar adequações no projeto ao longo de sua realização. Os relatórios poderão avaliar o desempenho do Projeto através do cruzamento dos seus resultados com os objetivos e metas estabelecidos. Haverá ainda a elaboração de um relatório final de avaliação contemplando os resultados de todas as campanhas, permitindo assim uma análise integrada associada à atividade.

### VI.2.2.8 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica será composta por especialistas do CENPES, UO-BS, Universidades e empresas prestadoras de serviços na área ambiental (oceanógrafos, químicos, biólogos, etc.).

#### VI.2.2.9 INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

A PETROBRAS é responsável pelo planejamento, programação e implementação deste projeto.

#### VI.2.2.10 RECURSOS NECESSÁRIOS

Os recursos necessários para implantação do PMA proposto abrangem são listados abaixo:

- Embarcação
- Laboratório para análises química e físico-química;
- Laboratório para análises ecotoxicológicas;

#### VI.2.2.11 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PLANOS E PROGRAMAS

O Projeto de Monitoramento Ambiental Marinho apresenta interfaces com outros programas, como, por exemplo, o de Comunicação Social, o de Educação Ambiental e o de Educação Ambiental dos Trabalhadores.

#### VI.2.2.12 ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS E/OU OUTROS REQUISITOS

Apresentam-se os requisitos legais mínimos para esse Subprograma:

- Decreto No 1.530/95 – Convenção dos Direitos do Mar;
- Resolução CONAMA no 237/97 – regulamenta o Sistema Nacional de Licenciamento Ambiental;
- Decreto No 2.508/98 – promulga a Convenção Internacional para a prevenção da poluição causada por navios (MARPOL);
- Lei Nº 3.179/99 – especifica penalidades para danos ambientais;
- Declaração do Rio (Princípio 15) - princípio da prevenção;
- Carta Constitucional/1988 - §3º, art. 225 responsabilização dos infratores em reparar os danos causados;
- Lei Nº 6.938/87 - Política Nacional do Meio Ambiente, bases para proteção ambiental.

#### VI.2.2.13 CRONOGRAMA FÍSICO

O Projeto será aplicado durante todas as fases de implantação do Plano Básico Ambiental (PBA) – Projeto de Escoamento de Gás para Cabiúnas - Rota Cabiúnas, conforme Cronograma a seguir.



Quadro VI.2.2.5.3-1 - Cronograma de implantação do Programa de Monitoramento Ambiental Marinho

Atividades Gasoduto ROTA 2	Meses																															
	2013								2014								2015															
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	Defeso								Defeso								Defeso															
<b>Instalação do Gasoduto - Trecho Submarino</b>																																
1ª Campanha de instalação - trecho raso (aprox.. 15 km)																																
Mobilização do Canteiro <i>Onshore</i>																																
Execução do Furo Direcional																																
<i>Pré-lay survey</i>																																
Lançamento do Duto																																
Enterramento do Duto																																
2ª Campanha de instalação - trecho raso / profundo (aprox. 363 km)																																
<i>Pré-lay survey</i>																																
Lançamento do duto e equipamentos																																
Enterramento do duto – demais trechos																																
Pré-comissionamento																																
Pré-comissionamento - trecho raso (aprox. 95 km)																																
Alagamento e teste hidrostático																																
Desalagamento, secagem e inertização																																
Pré-comissionamento - trecho profundo (aprox. 264 km)																																
Alagamento e teste hidrostático																																





Atividades Gasoduto ROTA 2	Meses																															
	2013								2014								2015															
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	Defeso								Defeso								Defeso															
Desalagamento, secagem e inertização																																
Desmobilização do Canteiro Onshore																																
Recuperação da área do Canteiro																																
Interligações submarinas																																
Instalação do tie-in spool																																
Instalação do Jumper (Término da Instalação do Gasoduto)																																
<b>Instalação do Gasoduto - Trecho Terrestre</b>																																
Mobilização do Canteiro																																
Construção & Montagem do Duto - Trecho Terrestre																																
Construção e montagem da área de válvulas																																
Realização do Teste Hidrostático																																
Inertização do duto																																
Desmobilização do Canteiro para as obras do trecho terrestre																																
Interligação dos Trechos Terrestres x Submarino																																
<b>Projeto de Monitoramento Ambiental Marinho</b>																																
<b>Subprojeto de Monitoramento da Qualidade do Sedimento e Biota Bentônica Associada</b>																																
1ª Campanha - até um mês antes do início da instalação do duto																																
2ª Campanha - após o término da instalação ou em até um ano após a 1ª campanha																																



Atividades Gasoduto ROTA 2	Meses																															
	2013								2014								2015															
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	Defeso								Defeso								Defeso															
Subprojeto de Monitoramento da Morfodinâmica Praial e Inspeção da Cota de Enterramento do Gasoduto																																
Campanha Bimestrais – Método de shore approach																																
Campanha – Método furo direcional																																

**Legenda**

Período do defeso	
Realização da Etapa	
Execução do programa	

#### VI.2.2.14 ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

O Projeto de Monitoramento Ambiental Marinho será avaliado através de relatórios técnicos elaborados após a realização de cada campanha de amostragem, abrangendo os resultados obtidos nas análises realizadas. Estes resultados poderão subsidiar adequações no projeto ao longo de sua realização. Os relatórios poderão avaliar o desempenho do Projeto através do cruzamento dos seus resultados com os objetivos e metas estabelecidos. Haverá ainda a elaboração de um relatório final de avaliação contemplando os resultados de todas as campanhas, permitindo assim uma análise integrada associada à atividade.

Assim, de acordo com o cronograma das campanhas, deverão ser apresentados os seguintes relatórios:

- Relatórios de Monitoramento de Qualidade de Sedimento e Biota Bentônica Associada: será apresentado, por campanha realizada, um relatório técnico de avaliação ambiental, contendo a descrição de todo o trabalho desenvolvido, desde os procedimentos de campo, análises laboratoriais e as metodologias empregadas, tratamento dos dados e análises estatísticas, além do diagnóstico ambiental da área, de acordo com os dados obtidos. Este relatório tem caráter integrador, isto é, para cada campanha realizada, os resultados serão posteriormente avaliados a luz dos resultados obtidos nas campanhas anteriores permitindo assim a identificação e análise das alterações ocorridas no meio ambiente devido à instalação do duto e o grau de reversibilidade das mesmas, em função dos resultados obtidos ao longo das campanhas.
- Monitoramento da morfodinâmica praial e inspeção da cota de enterramento do gasoduto: os resultados obtidos nas campanhas bimestrais de monitoramento da morfodinâmica praial serão encaminhados semestralmente. Os resultados obtidos nas campanhas de levantamentos sísmicos serão encaminhados anualmente, em relatório contendo também a descrição das metodologias empregadas. Ao término do monitoramento, será emitido um relatório final, integrando os resultados obtidos.

#### VI.2.2.15 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FOLK, R. L. & WARD, W. C. 1957. Brazos River Bar: A Study of the Significance of Grain Size. *Journal of Sediment Petrology*, 27 (1): 3-26. 1957.

SUGUIO, K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1973.