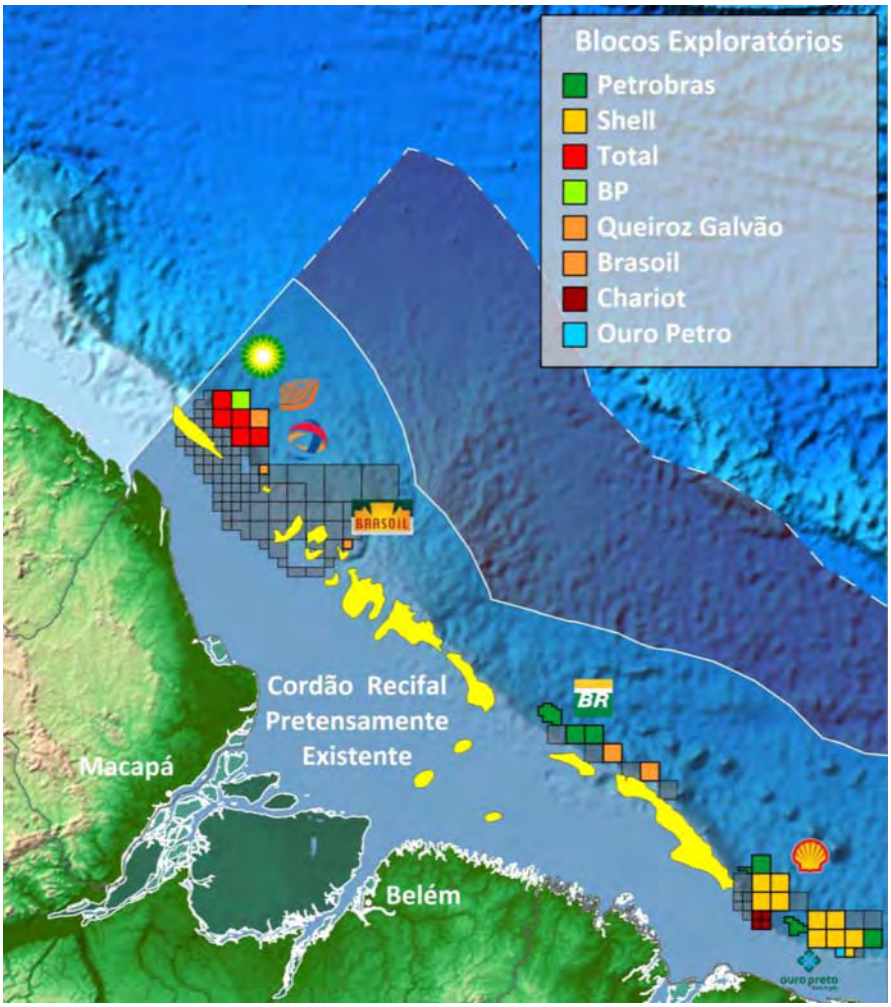


AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS PROSPECTÁVEIS PARA ÓLEO & GÁS ENTRE OS ESTADOS DO AMAPÁ E MARANHÃO, BACIAS EQUATORIAIS BRASILEIRAS

Os programas prospectivos para as bacias sedimentares equatoriais brasileiras têm sido dificultados por exigências relacionadas a estudos ambientais. O projeto aqui proposto, a ser desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), juntamente com instituições de pesquisas, academia e a Marinha do Brasil, objetiva apresentar um estudo ambiental básico com abrangência regional nesta área. O primeiro ano de execução será dedicado a costa do Amapá. É consenso de que tais bacias serão a próxima fronteira exploratória para óleo & gás no Brasil, demonstrado pelas significativas descobertas na costa Africana e Guianas. Os estudos ambientais nas bacias equatoriais são escassos e pontuais, não atendendo plenamente as exigências normativas do IBAMA. Este órgão exige que os estudos ambientais, em bacias sedimentares, sejam uma condição necessária para a liberação de furos exploratórios. Para o IBAMA, tais estudos devem ser de caráter regional, contendo uma visão sistêmica de toda a bacia. Por meio deste projeto, o SGB poderá fornecer dados fundamentais para a tomada de decisões dos órgãos responsáveis. Assim, este estudo pode subsidiar a análise ambiental e consequente licença para o desenvolvimento de trabalhos exploratórios nestas bacias. A rápida decisão em relação a possibilidade dos estudos exploratórios é fundamental para o Estado do Amapá e para o país.

Eugenio Frazão, Noevaldo Teixeira, Maurício Borba e Crisogono Vasconcelos

LINHA DE PESQUISA MEIO AMBIENTE E RECURSOS ENERGÉTICOS

Executive Summary

1. The project is entirely R,D&I and will be developed by the Center for Applied Geosciences (CGA) of the Brazilian Geological Survey (SGB).

2. The project is structured in three modules, with a total duration of 3 years, including the acquisition phases for geological, geophysical, oceanographic and biological data.

3. The first phase of the project, lasting one year, has an estimated budget of R$ 18 million (including surveys and environmental studies along the coast of Amapá and the mouth of the Amazon River, in the North Sector). The total estimated cost for the project is R$ 48,000,000.00 (forty-eight million reais), divided over 3 years.

4. The project's operational technical activities include bathymetric surveys, ecological zoning, kinematic physical-oceanographic parameters measurements (ocean currents and tides in this region), measurement of hydrochemical data, high-resolution environmental mapping of habitats and benthic communities, enabling the understanding of oceanographic conditions, allowing the construction of environmental assessment models.

5. The acquired data can be used to prepare the AAAS document (Environmental Assessment of Sedimentary Area), critical for the environmental licenses.

6. The environmental aspects of the Brazilian Equatorial sedimentary basins are not fully understood. There are no integrated scientific studies and geological, geophysical and biological surveys of a regional nature, produced by a neutral institution of the Brazilian State.

7. Society and the media perception about the environmental conditions of these basins, including the hydrodynamic processes of the Amazonas River mouth, result from specific academic research, with regional extrapolations scientifically questionable.

8. The Marine Geology sector of the Brazilian Geological Survey (SGB), acting together with the

Brazilian Navy and academic institutions, has played a fundamental role in the knowledge of the Brazilian oceanic areas.

9. This project, to be developed by an ICT of the Brazilian State, aims to sustain strategic decision of the Brazilian government technically and scientifically, in relation to an eventual use of the natural resources of the equatorial basins.

Resumo Executivo

1. O projeto, por ser inteiramente de P,D&I, será desenvolvido pelo Centro de Geociências Aplicadas (CGA) do SGB.

2. O projeto está estruturado em três módulos, tendo um total de 3 anos de duração, incluindo as fases para aquisição de dados geológicos, geofísicos, oceanográficos e biológicos.

3. O primeiro módulo do projeto, com duração de um ano, tem orçamento estimado em R$ 18 milhões (inclui os levantamentos e estudos ambientais em toda costa do Amapá e foz do Rio Amazonas, no Setor Norte). O custo total estimado para o projeto é de R$ 48.000.000,00 (quarenta e oito milhões de reais), dividido para os 3 anos.

4. As atividades técnicas operacionais do projeto preveem levantamentos batimétricos, de zoneamento ecológico, medição de parâmetros físico-oceanográficos cinemáticos (dados quanto ao comportamento das correntes oceânicas e das marés nesta região), medição de dados hidroquímicos, mapeamento ambiental de alta resolução de *habitats* e comunidades bentônicas, possibilitando a compreensão das condições oceanográficas, permitindo a construção de modelos para avaliações ambientais.

5. Os dados adquiridos neste projeto terão caráter regional e multidisciplinar, condizentes com levantamentos necessários para elaboração do documento AAAS (Avaliação Ambiental de Área Sedimentar), necessário para futuras licenças ambientais.

6. Os aspectos ambientais das bacias sedimentares Equatoriais brasileiras são conhecidos pontualmente. Não há estudos científicos e levantamentos geológicos, geofísicos e biológicos integrados e de caráter regional, produzidos por uma instituição neutra do Estado brasileiro.

7. A percepção da sociedade e mídia em relação às condições ambientais das referidas bacias, incluindo os processos hidrodinâmicos da Foz do Amazonas, decorrem de trabalhos acadêmicos pontuais, com extrapolações regionais questionáveis cientificamente.

8. São apresentadas duas possibilidades para a viabilização da AAAS com a participação do SGB (Fig. 17, na página 16 deste documento).

9. O setor de geologia marinha do Serviço Geológico do Brasil (SGB), atuando juntamente com a Marinha do Brasil e instituições acadêmicas parceiras, vem tendo um papel fundamental para o conhecimento da área marinha brasileira.

10. Este projeto, desenvolvido por uma ICT do Estado brasileiro, objetiva fundamentar técnica e cientificamente, qualquer decisão estratégica do governo brasileiro, em relação a um eventual aproveitamento dos recursos naturais das bacias equatoriais.

Objetivo

Dentre os principais objetivos estão a realização de:

1. Levantamento batimétrico detalhado com multifeixe (MBES) entre as isóbatas de 50 a 200m entre a costa leste do Amapá até o Maranhão;

2. Zoneamento ecológico da costa leste do Amapá até o Maranhão entre as isóbatas de 50 a 200m;

3. Medição de parâmetros físico-oceanográficos cinemáticos (maré, onda, direção e intensidade das correntes) e termodinâmicos (temperatura, salinidade, densidade e oxigênio dissolvido) em estações fixas e em perfis com ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) e através de *Mooring* de sazonalmente e temporalmente;

4. Medição de dados hidroquímicos (e.g. nutrientes, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, metais pesados dissolvidos, entre outros) na coluna de água e particularmente nas áreas de ocorrência dos Recifes do Amazonas e seu entorno;

5. Construção da linha de base ambiental, com enfoque na biodiversidade, relações ecossistêmicas e diversidade de habitats;

6. Mapeamento ambiental de alta resolução de habitats e comunidades bentônicas presentes na região, com auxílio de ROV e/ou AUV;

7. Análises dos possíveis impactos ambientais mediante as possibilidades de exploração dos recursos energéticos da região;

8. Estudo dos princípios e processos que governam a distribuição geográfica da ocorrência das espécies

encontradas na foz do rio Amazonas com outras regiões no Oceano Atlântico Sul e Equatorial.

Introdução

O Estado do Amapá passa por uma severa crise energética com graves consequências econômicas e sociais. O projeto aqui apresentado pretende contribuir para a resolução deste problema no médio e longo prazo.

A costa do Amapá está situada na continuidade das bacias sedimentares equatoriais, onde desenvolve-se no momento uma corrida exploratória para óleo e gás. As eventuais descobertas de campos econômicos de gás no Amapá poderia ser a solução para seus problemas energéticos.

O Serviço Geológico do Brasil (SGB) propõe que seja realizado um projeto de natureza ambiental para a costa do Estado do Amapá.

Neste sentido, o projeto irá contribuir para o conhecimento da região costeira, com zoneamento ecológico da costa leste do Amapá até o Maranhão.

Com este projeto, o SGB procura colocar de forma racional e científica as questões ambientais de uma área que pode ser tornar uma nova fronteira exploratória para óleo e gás, como já demonstram as descobertas de poços de classe mundial nas Guianas e costa da África.

Além do exposto, este projeto busca contribuir com informações técnicas para a resolução das condições energéticas do estado do Amapá, marcado por crise de energia elétrica no ano de 2020.

O projeto prevê 36 meses de atividade, podendo ser abreviado dependendo da priorização orçamentária e operacional, particularmente, a disponibilização de navios. Com este projeto o SGB pretende cooperar técnica e cientificamente para que as eventuais descobertas de óleo e gás nas bacias sedimentares brasileiras possam ser explotadas de forma ambientalmente sustentável, contribuindo para o equacionamento da dramática situação fiscal do país.

A visão do SGB

O Brasil é um país ainda com enormes demandas sociais. Isto significa que o correto equacionamento do aproveitamento racional dos seus recursos naturais constitui um dos principais itens do seu projeto de nação. Em todos os principais países, sobretudo aqueles com os maiores IDH's (índice de desenvolvimento humano), a exploração dos recursos naturais e os benefícios sociais são perfeitamente conciliáveis, como demonstram os exemplos do Canadá, EUA e Austrália. Nestes, as questões ambientais, recursos minerais, energia, minerais estratégicos são temas inerentes as atividades dos seus respectivos serviços geológicos nacionais. No Brasil não há outra instituição mais preparada do que o SGB trabalhando em rede (Marinha do Brasil e instituições de pesquisa), para resolver o impasse ambiental hoje existente nas bacias equatoriais brasileiras.

O projeto por ser inteiramente de P,D&I será desenvolvido pelo Centro de Geociências Aplicadas (CGA) do SGB. O CGA tem como finalidade elaborar, e executar projetos de pesquisa que possam trazer benefícios diretos para sociedade em um contexto de sustentabilidade econômica. Neste sentido, o projeto propõe duas hipóteses de execução: (i) o SGB assume a execução e entrega da AAAS e (ii) o SGB fornece todas as informações técnico-científicas para a elaboração da AAAS (Fig. 17, na página 16).

Os projetos desenvolvidos pela Geologia Marinha do SGB, durante os últimos 20 anos, tiveram um papel fundamental, tanto nas ações desempenhadas pelo governo federal, na solicitação de novas áreas da Amazônia Azul, como para a comunidade científica, no qual se fomentou a pesquisa e a exploração em regiões marinhas, quer sejam elas costeiras ou profundas. Desta forma, através do SGB-CPRM, o Brasil alcançou o posto de principal país a desenvolver pesquisas de ponta nas geociências marinhas no Atlântico Sul e Equatorial, tornando-se assim referência para os países vizinhos.

A Geologia Marinha do SGB dispõe de ampla estrutura de equipamentos, laboratórios, embarcações e parcerias consolidadas de longa data. Esta é a única instituição de pesquisa do hemisfério Sul a desenvolver pesquisas ambientais em águas ultra profundas para avaliar a potencialidade dos recursos minerais estratégicos para o país, no âmbito do contrato firmado em 2015 com a Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (ISBA). Dessa forma, qualifica-se integralmente para o desenvolvimento do projeto proposto.

Contexto Ambiental da Área de Estudo

A descarga de água na foz do rio Amazonas forma uma pluma de água doce e sedimentos espalhando por uma área de ~106 km2. Com isso forma-se uma camada hiposalina relativamente rasa que pode se estender até uma profundidade de aproximadamente 30 metros na plataforma continental adjacente (Grodsky et al., 2012). As características físicas da descarga do rio Amazonas o tornam uma região

fronteiriça para a distribuição de muitos grupos de organismos marinhos (esponjas, corais escleractíneos e peixes) que habitam regiões rasas, entre outros grupos de organismos costeiros e associados a recifes (Miloslavich et al., 2001)

Em águas relativamente rasas (variando de 50 a 220 metros de profundidade), a plataforma continental adjacente a foz do rio Amazonas evoluiu primeiramente de um sistema carbonático para um siliciclástico, durante o início do Mioceno tardio, por volta de 9,5 a 8,3 milhões de anos atrás (Millman *et al*., 1975; Gorini *et al*., 2014; de Mahiques *et al*., 2019). Nesse interim, um sistema de cânions direcionou o fluxo de sedimentos para o talude e o assoalho da bacia, onde recifes foram formados na borda e gradualmente recobertos por siliciclastos durante o Neógeno e o Quaternário, até a rápida elevação do nível mar no Holoceno intermediário (Millman *et al*., 1975; Maslin *et al*., 2000; de Mahiques *et al*., 2019).

Além disso, biologicamente nessa mesma região a deságua do rio Amazonas atua em conjunto com a foz do rio Orinoco como um corredor biogeográfico seletivo de conectividade entre a biota do Caribe e o Atlântico Sul.

Pelo exposto, fica evidente que as atividades exploratórias e posterior e produção de Óleo & Gás, devem ser precedidas de estudos ambientais orientativos, para que tais atividades sejam executadas de forma sustentável.

Ao longo da margem continental brasileira Norte, Nordeste e parte da Sudeste do Brasil até a isóbata de 100 metros de profundidade ocorrem antigas formações praias denominadas de *beachrocks*. Estudos mostram que essas estruturas foram formadas devido as últimas variações relativas do nível do mar, devido a mudanças de temperatura provocadas pelo aumento e diminuição das massas de gelo nos polos (Ginsburg & James, 1953; Alexandersson, 1972; Beier 1985; El-Sayed 1988; Strasser et al., 1989; Gishler & Lomando, 1997 e Jones et al., 1997).

Essas regiões foram responsáveis por fornecer substrato rochoso para o crescimento de corais e espojas ao longo de toda região mencionada acima. Deste modo a região onde ocorre a variação de biodiversidade na foz do rio Amazonas é um padrão que se repete em outras regiões da margem continental brasileira.

Este trabalho trará nova luz a esse fato correlacionando a região da costa leste do Amapá com as bacias sedimentares como a Bacia Potiguar no litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte, a Bacia Pernambuco-Paraíba na foz do rio São Francisco no Estado de Alagoas, a Bacia do Espírito Santo e a Bacia de Campos no Estado do Rio de Janeiro.

Análise dos trabalhos ambientais existentes

O SGB, na década de 70, coordenou juntamente com a Marinha do Brasil, DNPM, Petrobras e o *Woods Hole Oceanographic Institution* (USA) o projeto pioneiro de Reconhecimento da Margem Continental Brasileira (REMAC), no qual foi confeccionado o primeiro mapa de recursos minerais da Plataforma Continental Brasileira (PCB). Portanto, desde a década de 70, já tínhamos conhecimento da existência dos “Recifes do Amazonas”, mas nunca foram mapeados de forma sistemática, mesmo assim, tal estudo serviu para impedir a liberação dos licenciamentos ambientais das empresas petrolíferas junto ao IBAMA. Após o Projeto REMAC (1971 a 1975), foram executados alguns projetos de forma regional, dentre eles:

PROJETO	OBJETIVO	PERÍODO
Projeto AMASSEDS (A Multidisciplinary Amazon Shelf Sediment Study)	Programa de cooperação científica entre universidades federais brasileiras e universidades americanas, tendo por objetivo o estudo das partículas sedimentares da coluna d'água, sua acumulação e seus efeitos nos processos geoquímicos tanto na coluna d'água como no fundo marinho.	1986 - 1991
Projeto ReviZEE - Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva	Levantamento dos potenciais sustentáveis de captura dos recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva (ZEE), o que levou a elaboração de uma visão abrangente do ponto de vista oceanográfico que integrou as áreas física química, geológica, biológica e de prospecção pesqueira.	1995 - 2001
Projeto PIATAM Oceano “Potenciais Impactos Ambientais da	Elaboração de protocolos metodológicos para estudos de monitoramento oceanográfico na Zona	2008 - 2010

Exploração, Produção e Transporte de Petróleo e Derivados na Região Oceânica Equatorial Brasileira”	Costeira Amazônica e Integração de dados socioambientais para geração de Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamento de Óleo na Zona Costeira Amazônica. Financiado pela Petrobras/CENPES, através da Rede de Pesquisa: UFF/UFPA/MPEG/IEPA.	

O ReviZEE constituiu o núcleo principal do V Plano Setorial para os Recursos do Mar (V PSRM), em vigor no período 1999-2003. O Programa, no âmbito da CIRM, esteve a cargo de um Comitê Executivo, cuja Coordenação Geral foi exercida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), contando, ainda, com a participação da Marinha do Brasil (MB), Ministério das Relações Exteriores (MRE), Ministério da Educação (MEC), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM), Bahia Pesca S/A e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que era o Coordenador Operacional.

Os outros estudos ambientais estão localizados nas regiões de manguezais com a elaboração das Cartas de Sensibilidade Ambiental para o Derramamento de Óleo da Foz do Amazonas - Cartas SAO, elaborado pelo Instituto de Estudos e Pesquisas do Amapá (IEPA), Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e Universidade Federal do Pará (UFPA).

As análises dos trabalhos permitem a conclusão de que os estudos, até o momento, na região, foram regionais e pontuais, como realizado no ano de 2018 pelo *Greenpeace*, juntamente com instituições brasileiras com a UFF e a USP. A proibição pelo IBAMA na região entre o Estado do Amapá e o Maranhão para operação das empresas petrolíferas agravou com a proposta dos ***Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSA)*** pela União Europeia, que sem nenhuma base de dados e/ou estudos suficientes, juntamente com instituições brasileiras como a UFF, USP, UNIVALI e UFRJ, criaram grandes polígonos de proibição de operação nessas áreas supostamente sensíveis e como até hoje o MMA (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima) não teve um mapeamento de detalhe dessa região, acabou acatando a limitação do EBSA’s.

Os Recifes da Amazônia estão a 110 km da costa entre a divisa do Amapá com a Guiana Francesa até o Maranhão, porém até hoje não possuem nenhum mapeamento de detalhe sistemático na região capaz de definir sua extensão e magnitude. Neste contexto, o Serviço Geológico do Brasil (SGB) desde 2009 já mapeou cerca de 10% de toda “AMAZONIA AZUL” e realizou estudos importantes em águas internacionais como na Elevação do Rio Grande (ERG).

Neste estudo, houve a construção da linha de base ambiental para a Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (ISBA), no âmbito do Contrato de Crostas Cobaltíferas, onde foram utilizados equipamentos geofísicos para o mapeamento marinho de alta resolução, assim como a coleta de sedimentos, rochas e organismos bentônicos com mergulho com submersível e ROV (*Remoted Operated Vehicle*).

Caracterização do Projeto

O projeto completo prevê três anos de atividade, podendo ser flexibilizado, dependendo da priorização orçamentária e operacional, particularmente com a disponibilização de navios. Os resultados advindos deste projeto auxiliarão o desenvolvimento da linha de base ambiental, a qual subsidiará com imparcialidade as decisões referentes a realização de trabalhos exploratórios visando o aproveitamento econômico das bacias Equatoriais brasileiras. O estudo ambiental (taxa de crescimento, e diversidade de habitats), aqui proposto é fundamental para se atingir a sustentabilidade entre as atividades econômicas e socioambientais. Neste sentido, o projeto

Metodologia

As campanhas ambientais serão separadas, adotando protocolos de coleta de amostras (e.g. água, sedimento, organismos) e protocolos de coleta de dados ambientais (e.g. profundidade, temperatura, velocidade e direção de correntes, comportamento e amplitude de marés etc.). Isto se justifica, porque dados registrados por sensores ambientais são adquiridos em tempo real (i.e., na medida em que o instrumento medidor é operado no ambiente marinho) e requerem procedimentos normalmente independentes do trabalho de coleta de amostras. Cada grupo de protocolos também se apresenta subdividido em instrumentos de operação na “coluna de água” e instrumentos de operação no “ambiente bentônico” (Fig. 01).

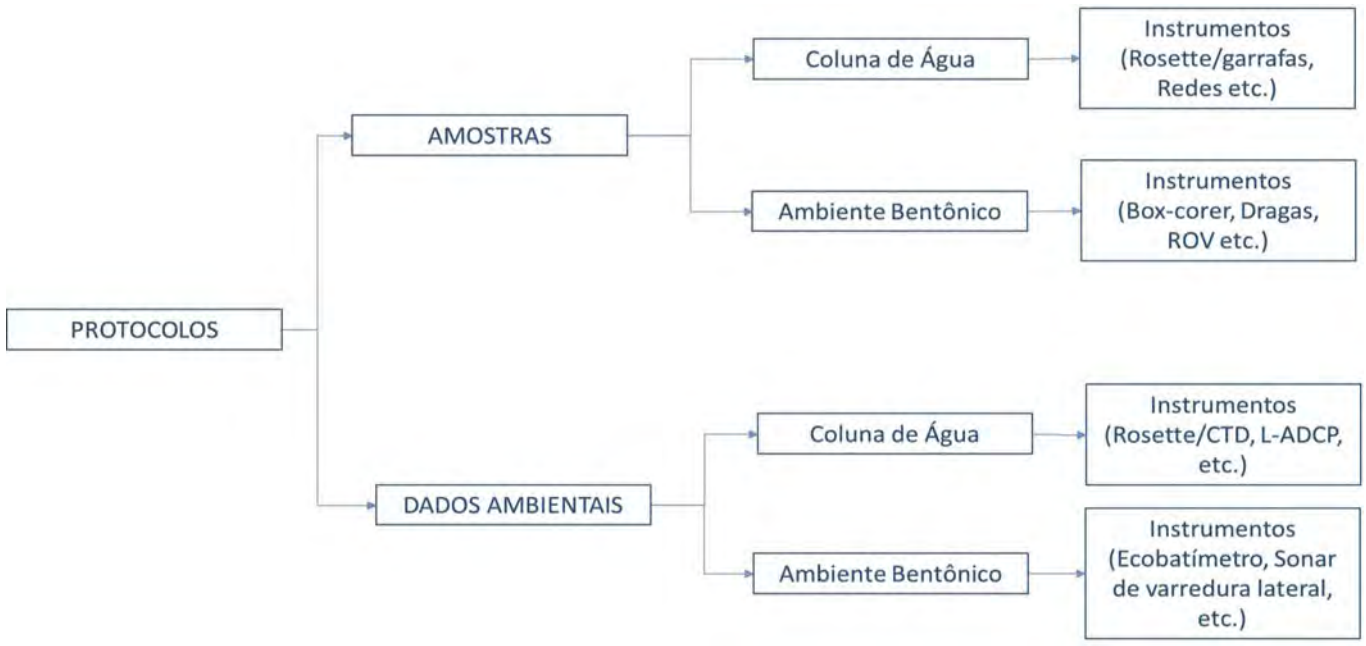


Figura 01: Organização dos protocolos de coleta de amostras e dados ambientais a serem executados durante as campanhas oceanográficas do Projeto do Amazonas.

Protocolos de Amostragens e Obtenção de Dados

I – Coluna d'água

A coleta de amostras no pelagial marinho toma como referência a estrutura vertical da coluna de água, estabelecida em função da interação entre massas de água, a propagação da luz solar, calor e densidade, entre outros. A coleta de amostras de água em pontos pré-definidos ao longo desta dimensão permite o registro de descritores físico-químicos do meio pelagial, bem como uma representação de comunidades biológicas microscópicas.

Redes são operadas na coluna de água para a obtenção de amostras de organismos maiores. A seguir serão descritos os protocolos de coleta de três tipos de instrumentos coletores, a serem utilizados nas campanhas ambientais do Amazonas.

Instrumentação utilizada

- **Roseta/Garrafas de Niskin**

A Roseta é um instrumento com estrutura metálica que carrega uma série de garrafas coletoras de água, do tipo Niskin, num arranjo circular conhecido como "carrossel" (Fig. 02). A estrutura é conectada ao navio por um cabo eletromecânico que permite a ativação, desde a superfície, dos mecanismos de fechamento das garrafas nas profundidades desejadas, permitindo o estudo de variáveis físico-químicas e a estrutura / distribuição de comunidades microbiológicas ao longo da coluna de água.

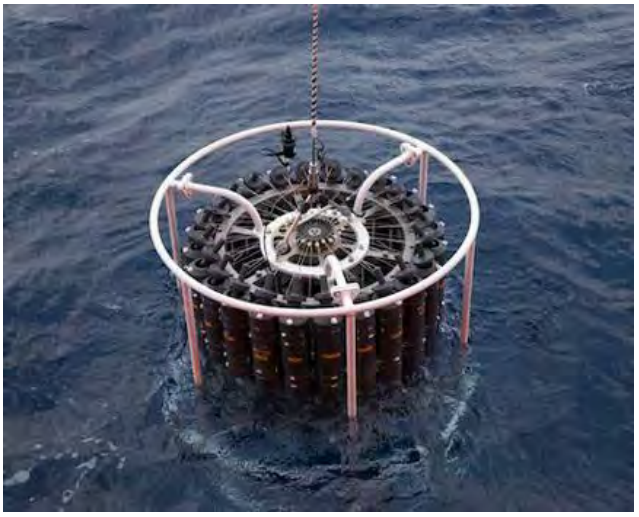


Figura 02: Roseta para coleta de água para as seguintes análises: 1) Oxigênio Dissolvido (OD); 2) Alcalinidade e Carbono Inorgânico Dissolvido; 3) pH; 4) Potencial Redox (Eh); 5) Salinidade; 6) Carbono e Nitrogênio Orgânico Total (CHNS); 7) Carbono Orgânico Particulado (COP) e Nitrogênio Orgânico Particulado (NOP) Nutrientes (5 macronutrientes); 8) Material Particulado em Suspensão; 9) Comunidade Microbiana; 10) Atividade Metabólica Microbiana; 11) Clorofila-a e 12) Comunidade Fitoplanctônica.

A figura 03 é o esquema a ser utilizado para coleta de água e medição de dados de correntes com LADCP nas estações fixas ambientais. A figura 04 mostra o sistema de filtragem utilizado nas amostras de água coletadas em cada nível definido a bordo para as análises de nutrientes e material particulado em suspensão.

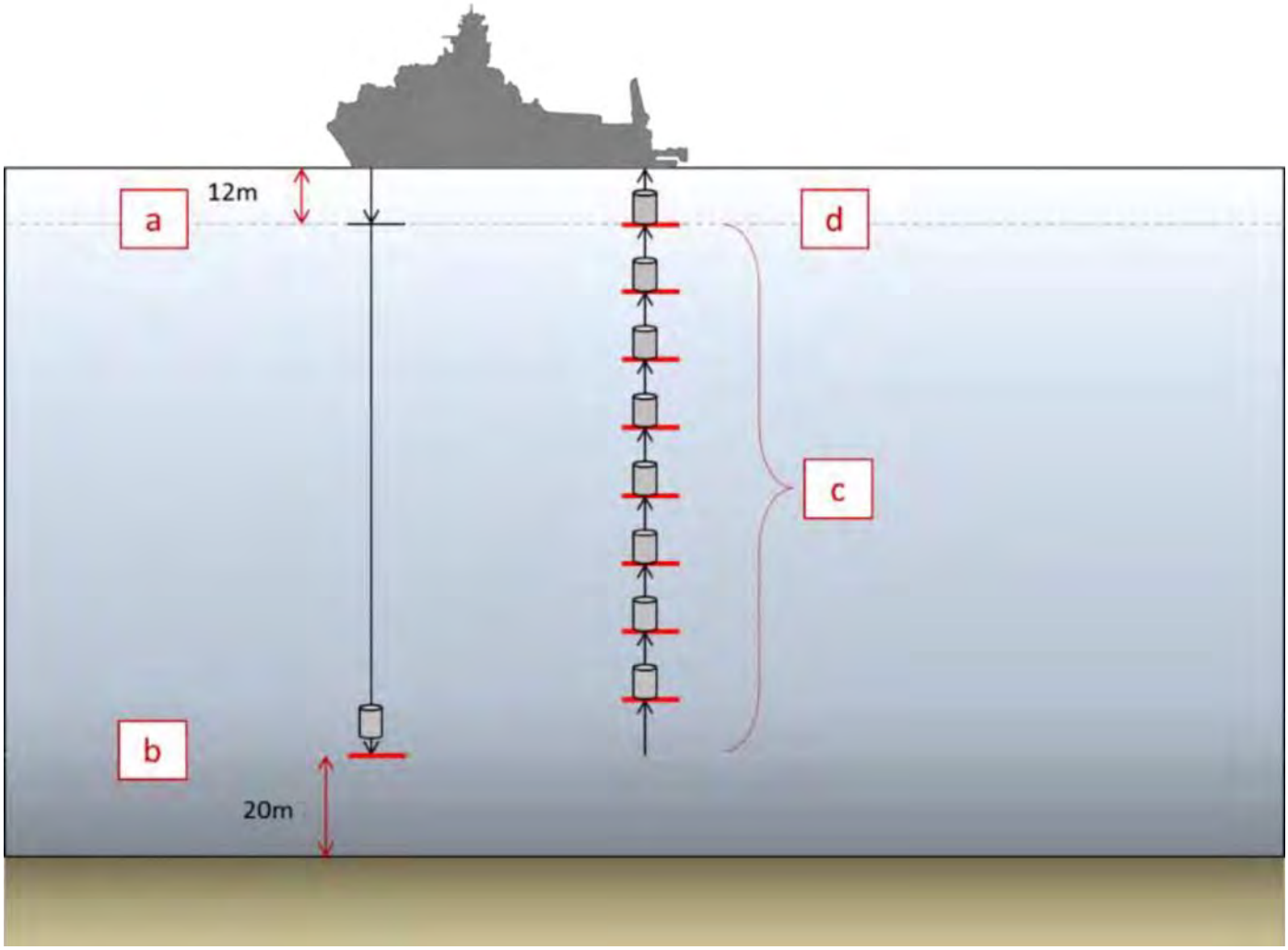


Figura 03: Esquema básico de operação da Roseta em uma estação oceanográfica. **a.** instalação do Pinger, **b.** parada na profundidade máxima (ao menos 20m acima do fundo), estabilização e fechamento da primeira garrafa (amostra mais profunda), **c.** parada - estabilização - fechamento de garrafa (profundidades pré-programadas), **d.** retirada do Pinger.

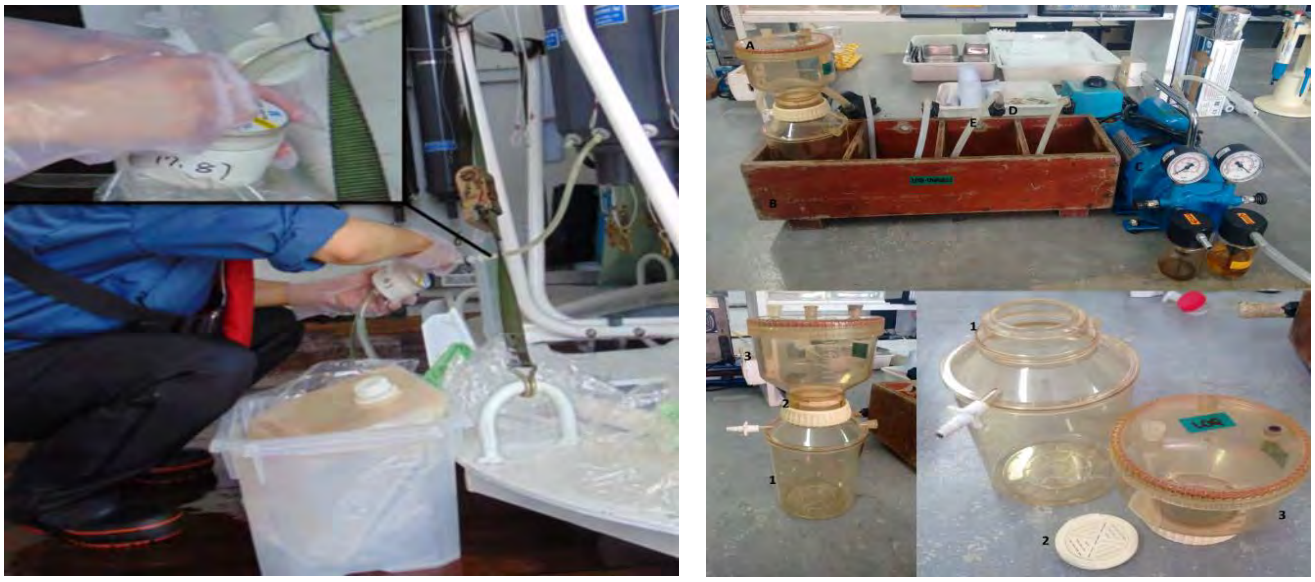


Figura 04: Sistema de filtragem simples adaptado para levantamentos em campo.

- **Rede de Plâncton**

A amostragem quantitativa de organismos zooplanctônicos é realizada através do emprego de diferentes tipos de redes. Estas redes têm uma abertura anterior, circular ou quadrada, e um corpo cônico que termina em saco, ou copo. A panagem do corpo e do copo tem abertura de malha entre 100 e 300 µm, retendo principalmente a fração conhecida como mesozooplâncton. Ao ser arrastada verticalmente, horizontalmente ou de forma oblíqua, filtra consideráveis volumes de água concentrando estes organismos no copo de onde podem ser colhidos para diferentes tipos de estudo (Lalli & Parsons, 1993). Normalmente são equipadas com um fluxômetro que mede o volume de água filtrado pela rede, tornando as amostras quantitativas. Em regiões oceânicas e profundas, onde o zooplâncton tende a atingir maiores tamanhos e onde a densidade é baixa, as redes utilizadas podem ter abertura de malhas maiores (e.g. 300 µm).

Redes mais sofisticadas apresentam mecanismos de fechamento que permitem a captura de organismos em extratos de profundidades selecionados.

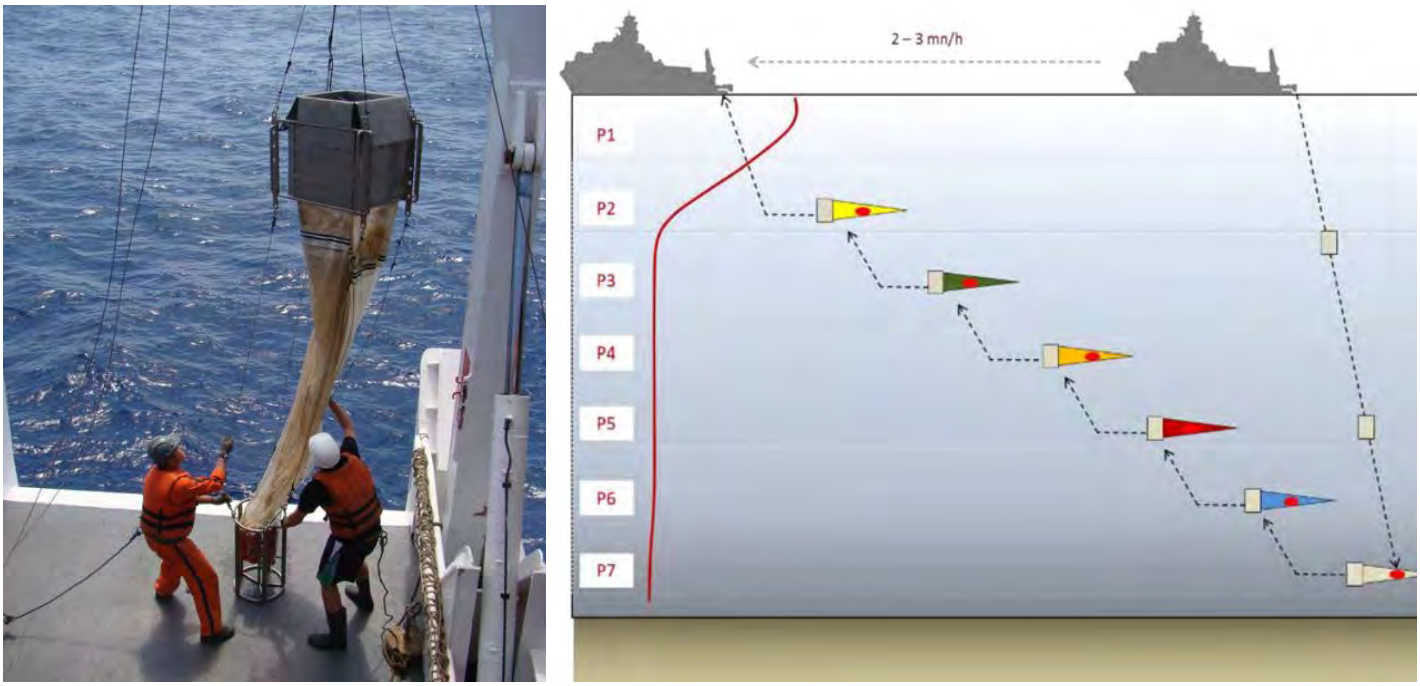


Figura 05: Esquema básico de operação da Rede de Plâncton MULTINET em uma estação oceanográfica. Todas as redes são mantidas fechadas até a MULTINET atingir a profundidade máxima planejada (P7), quando o dispositivo de abertura é acionado (ponto vermelho) e a primeira rede é aberta. A partir daí iniciam os arrastos em diferentes profundidades pré-estabelecidas (P6, P5, etc) repetindo o acionamento dos mecanismos de abertura/fechamento (pontos vermelhos) das redes sucessivas.

II – Ambiente Bentônico

A coleta de amostras do ambiente bentônico toma como referência a estrutura do fundo marinho, estabelecida em função da interação entre os tipos de substrato, profundidade, topografia entre outros. A coleta de amostras de sedimento e água intersticial em pontos pré-definidos ao longo desta dimensão permite o registro de descritores físico-químicos do meio bentônico, bem como uma representação de comunidades microbiológicas, macrobentos e meiobentos.

Dragas como o *epibenthic sled* são operadas sobre o fundo para a obtenção de amostras de macro e megabentos (Fig. 06). O uso de câmeras operadas por ROV (*Remotely Operated Vehicle*) permite a caracterização dos habitats e o registro da diversidade e distribuição espacial da megafauna bentônica e bento-pelágica (peixes e cefalópodes). Este instrumento também permite a coleta seletiva de amostras geológicas e biológicas. A seguir serão descritos os protocolos de coleta de quatro tipos de instrumentos coletores, a serem utilizados nas campanhas ambientais do Projeto Amazonas.



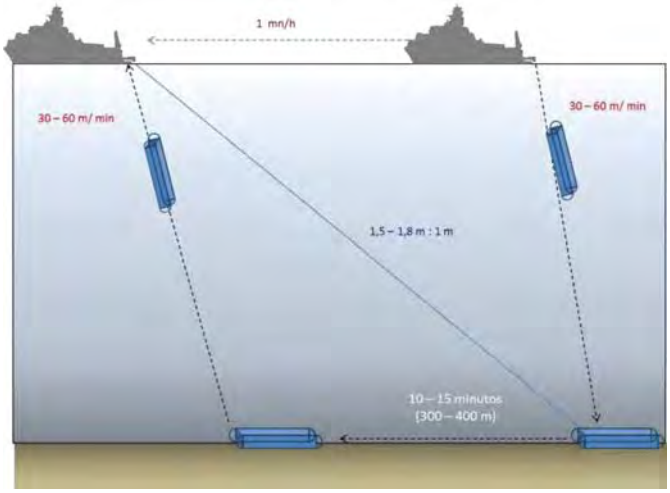


Figura 06: Esquema básico de operação do Trenó Epibentônico em uma estação oceanográfica.

- **Amostragem com Box-Corer**

O Box-Corer (Fig. 07) é um instrumento capaz de recuperar um volume conhecido e estável de sedimento do fundo marinho (Fig. 08). Isso permite a obtenção de amostras de sedimento (Fig. 09) para caracterizações geológicas, geoquímicas e biológicas. Na área de estudo do Projeto do Amazonas, esse instrumento será utilizado em áreas com suficiente cobertura sedimentar, com o objetivo de: (a) caracterizar as propriedades dos depósitos de sedimentos superficiais; (b) descrever a composição química e a distribuição espacial dos metais e nutrientes nos sedimentos; (c) caracterizar a geoquímica (metais e nutrientes) da água intersticial; (d) descrever a diversidade e distribuição da comunidade bentônica (macrofauna, meiofauna, comunidade microbiológica, bioturbação).



Figura 07: Amostrador do tipo box-corer.

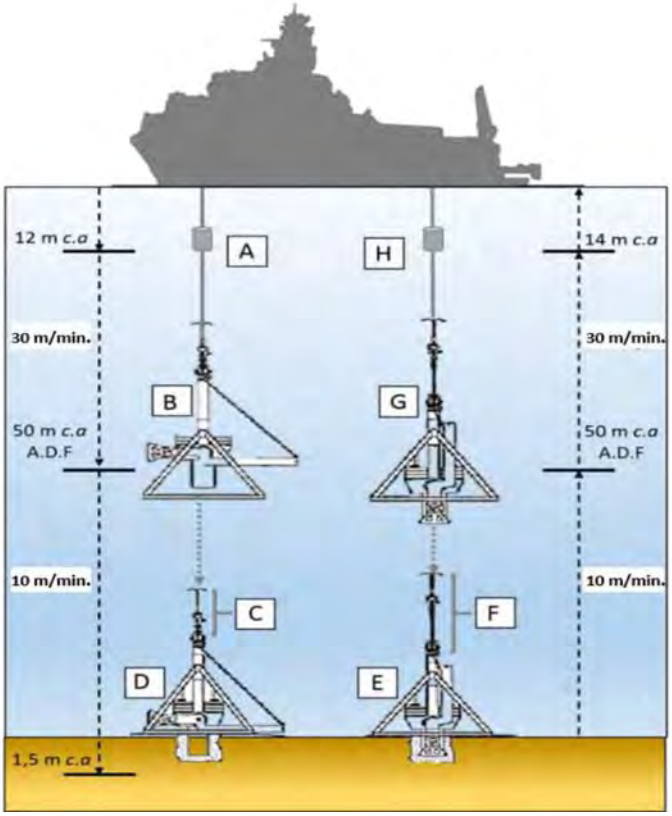


Figura 08: Esquema básico de operação do Box-Corer em uma estação oceanográfica. **A** parada a 12 metros para instalação do Pinger; **B** descida do Box-Corer até 50 m de distância do fundo; **C** e **D**, disparo do mecanismo de inserção da caixa no sedimento; **E** e **F** início do recolhimento e correspondente mecanismo de fechamento da caixa; **G** elevação do Box-Corer até 50 m acima do fundo; **H** elevação do Box-Corer até 14 m de profundidade onde o Pinger é retirado do cabo. Observe a diferença do comprimento do cabo de **C** para **F** causada pelo disparo com sucesso. A diferença entre o comprimento do cabo é de aproximadamente 2 metros. Valor que será observado pelo Pinger demostrando o sucesso do disparo.

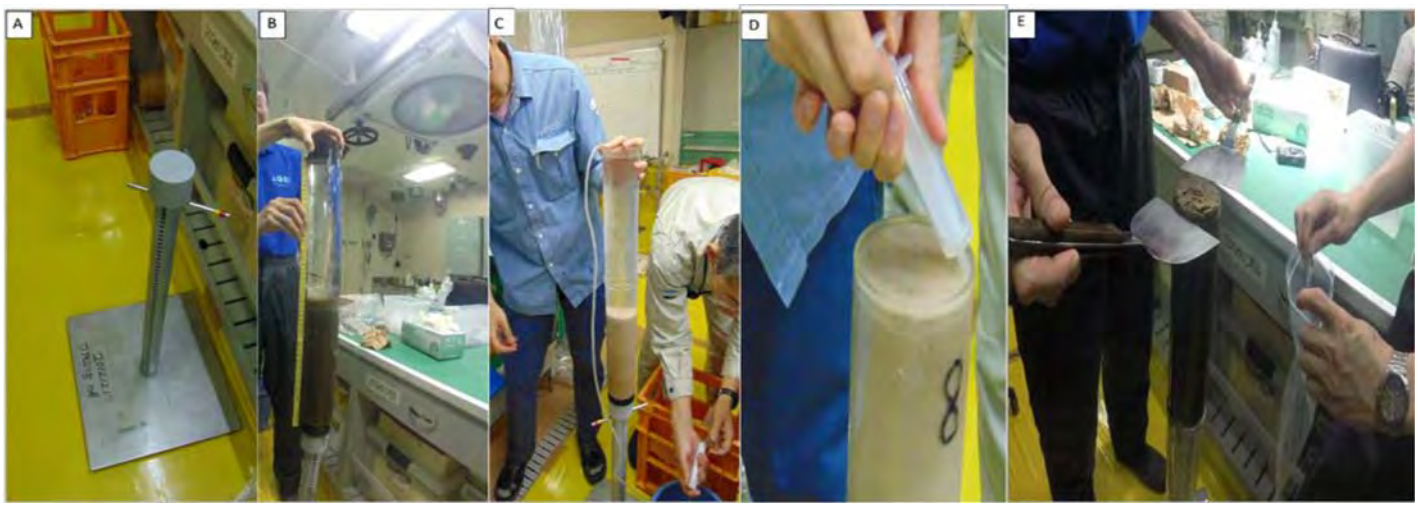


Figura 09: Sequência de procedimentos para o fatiamento dos mini-testemunhos do sedimento extraídos. **A**, suporte para fatiamento; **B**, medição da coluna de sedimento capturado (sub-testemunho); **C** e **D**, extração da água presente no subtestemunho; **E**, fatiamento das camadas de sedimento.

- **ROV - Veículo Submarino Operado Remotamente**

Os ROVs são veículos submarinos operados remotamente por pilotos e técnicos a bordo de um navio de apoio (Fig. 10). Os equipamentos conectam-se com o navio de apoio através de um cabo umbilical, por onde passam fibras óticas e cabos de transmissão de energia. Por meio desta conexão, o navio supre o ROV com energia elétrica enquanto recebe, em tempo real, vídeos e dados obtidos durante o mergulho (Fig. 11).

ROVs são equipados com sistemas acústicos, conectados ao GPS do navio de apoio, essenciais para a navegação submarina do veículo (latitude, longitude, profundidade, altitude). Os ROVs carregam câmeras de vídeo e são usados para levantamentos visuais com objetivo de busca, exploração, mapeamento e monitoramento de áreas submarinas.

Também podem carregar sensores de diferentes tipos para aquisição de dados oceanográficos durante os mergulhos, e manipuladores (braços mecânicos) capazes de coletar amostras biológicas e geológicas.

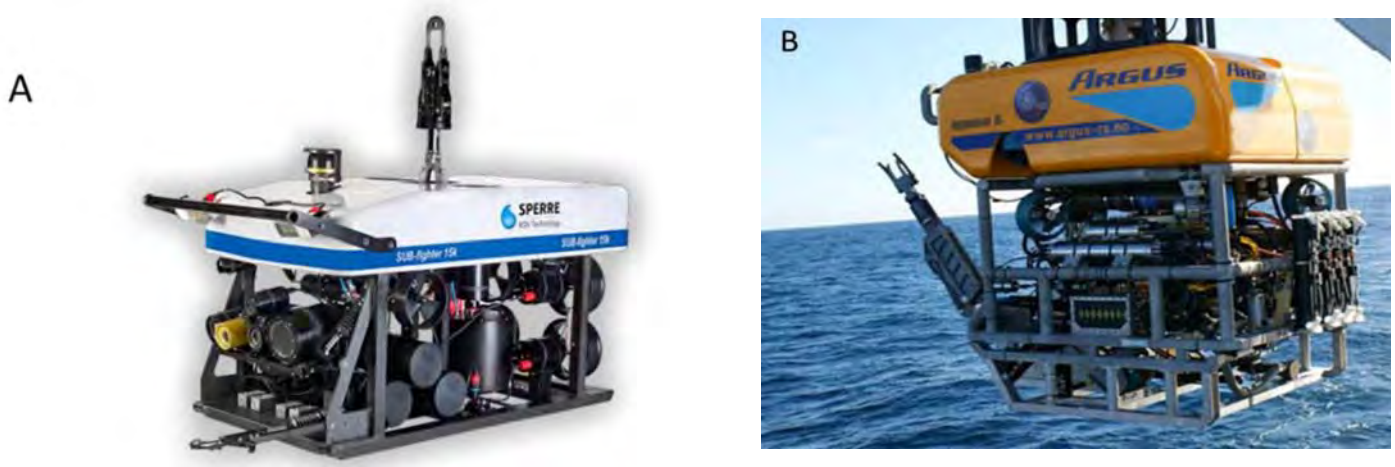


Figura 10: Veículos Submarinos operados remotamente (ROVs). **A**, ROV SUB-FIGHTER 15K STANDARD (1,62 x 0,90 x 0,96 m e 550 kg) e **B**, ROV LUSO (Emepec - Portugal - 1,9 x 1,6 x 2,0 m, 2200kg).

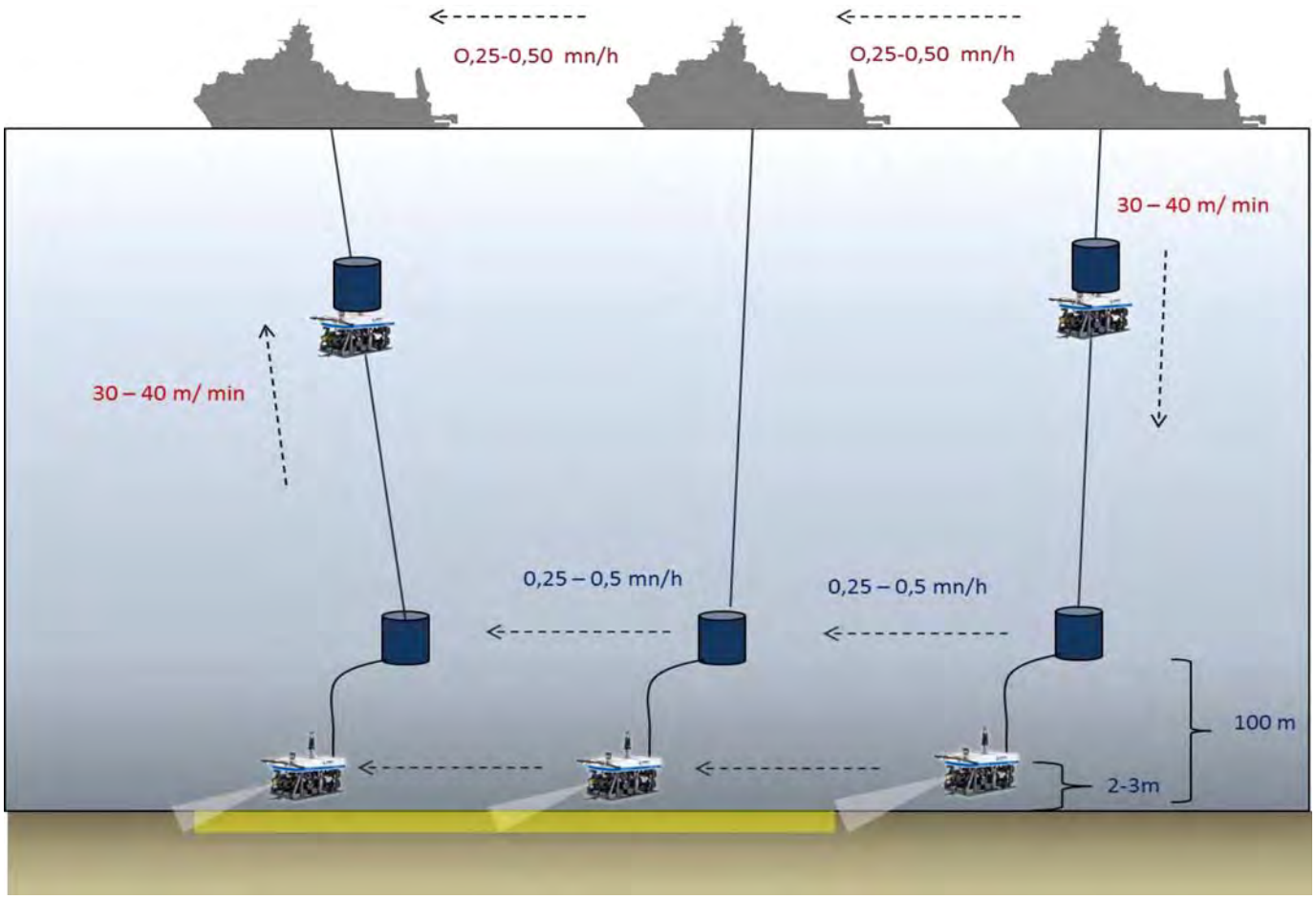


Figura 11: Esquema de operação do ROV em um perfil para exploração de habitats e megafauna bentônica. O conjunto navio – plataforma lançadora – ROV se desloca de forma sincronizada ao longo do perfil previamente planejado. O ROV se desloca a 2 – 3 metros do fundo oceânico.

III – Censo Visual

A presença de grandes predadores do epipelagial na área de estudo do Projeto Amazonas, incluindo cetáceos, aves, tartarugas, pinípedes e grandes peixes (tubarões, atuns e outros) visíveis na superfície, será registrada ocasionalmente, diante de um encontro fortuito com algum dos organismos acima, ou a partir da condução de um censo visual. Este procedimento (Fig. 12) é realizado por observadores apenas durante o dia em períodos de navegação da embarcação, sendo paralisado durante a execução das estações oceanográficas.



Figura 12: Procedimento para censo visual de aves marinhas. **A**, transecto a bombordo vista superior e **B**, transecto a bombordo vista de popa. Seta tracejada, *snapshot*.

IV - CTD e Sensores Ambientais

O CTD é acoplado na estrutura da Roseta para mensurar, continuamente ao longo da coluna de água, a condutividade (salinidade), temperatura e pressão (profundidade). Na mesma estrutura também são agregados sensores auxiliares que registram os níveis de Oxigênio Dissolvido, Fluorescência (clorofila) e Turbidez (Fig. 13). Combinadas, estas variáveis permitem o estudo de diferentes aspectos da estrutura físico-química da coluna de água e processos biofísicos associados. Densidade, estimada a partir da temperatura e a salinidade da água permitem a descrição de massas de água e sua distribuição vertical, bem como os habitats das comunidades biológicas pelágicas. O sensor de oxigênio permite definir a zona de oxigênio mínimo a qual é importante para a definição da bioestratigrafia local.

O CTD também é utilizado para subsidiar o cálculo da velocidade do som em várias profundidades, que é requisito para refinar a investigação acústica do fundo do oceano ou a aquisição de dados de correntes.

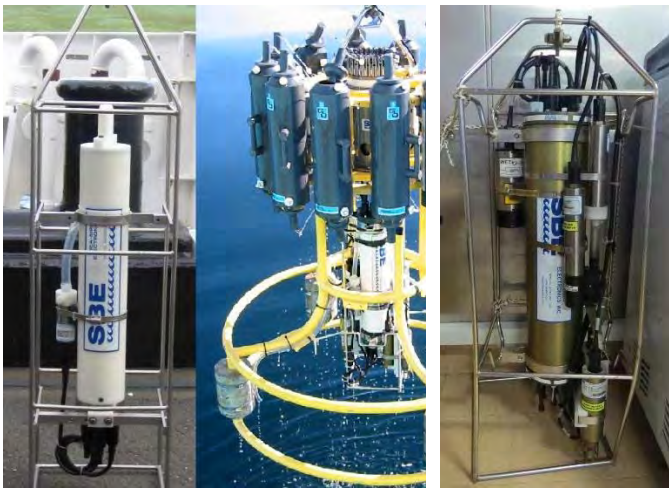


Figura 13: CTD SBE 9plus (Seabird) e seus sensores periféricos acoplados.

Contexto Econômico

A região da plataforma continental adjacente a foz do rio Amazonas é de especial interesse para o país por ser uma fonte potencial de recursos energéticos. Evidências de reservatórios de hidrocarbonetos e gás na região vêm atraindo interesse crescente nessa área até então inexplorada (Rodriguez *et al.*, 2015; Berryman *et al.*, 2015; Ketzer *et al.*, 2018).

Análises pretéritas têm demonstrado um percentual de pureza de 95% de metano em áreas de escapes de gás na região (Ketzer *et al.*, 2018). Além disso, as recentes descobertas de petróleo na Guiana Francesa e resultados anteriores obtidos a partir das análises realizadas em poços do *Ocean Drilling Program* (ODP) demonstraram grande potencial exploratório petrolífero para a região (Berryman *et al.*, 2015).

Resultados Esperados

O projeto irá fornecer um conjunto de informações ambientais através de levantamentos geológicos, geofísicos e biológicos capazes de construir um modelo ambiental sólido e imparcial. A área de abrangência do projeto, será a costa leste do Estado do Amapá e o Estado do Maranhão entre as isóbatas de 50 a 200 metros de profundidade (Fig. 14). Estas informações serão baseadas no mapeamento detalhado de alta resolução das ocorrências dos recursos, bem como, o desenvolvimento da linha de base ambiental com amostragem e mergulho com o ROV.

Orçamento

As comissões científicas do projeto serão executadas pelos navios NPqHo Vital de Oliveira (Fig.03A), pelo navio hidroceanográfico Garnier Sampaio (Fig. 03B) e pelo navio Ciências do Mar IV (Fig. 03C e 03D), com o intuito de construir a linha de base ambiental na costa leste do Estado do Amapá entre as isóbatas de 50 a 200m de profundidade próximo a quebra do talude no Atlântico Equatorial, para subsidiar os estudos das áreas prospectáveis dos recursos energéticos de forma sustentável na região.

Para a execução do levantamento do projeto estão sendo propostos 500 dias de mar em 03 anos de projeto, sendo os dois primeiros anos executados com os navios hidroceanográfico Garnier Sampaio pertencente ao Serviço de Sinalização Náutica do Norte (SSN-4) do 4º Distrito Naval e com o Ciências do Mar IV (UFMA), a serem utilizados para o levantamento batimétrico multifeixe, *backscatter*, sonográfico e sísmico.

O último ano será executado com o navio Ciências do Mar IV (UFMA) e o navio de pesquisa hidro-oceanográfico Vital de Oliveira, pertencente à Marinha do Brasil, para os mergulhos com ROV e amostragem geológica/biológica (Fig. 15). O custo total para o desenvolvimento deste projeto será de R$ 48.000.000,00 (Quarenta e oito milhões de reais), conforme demonstrado na tabela 01.

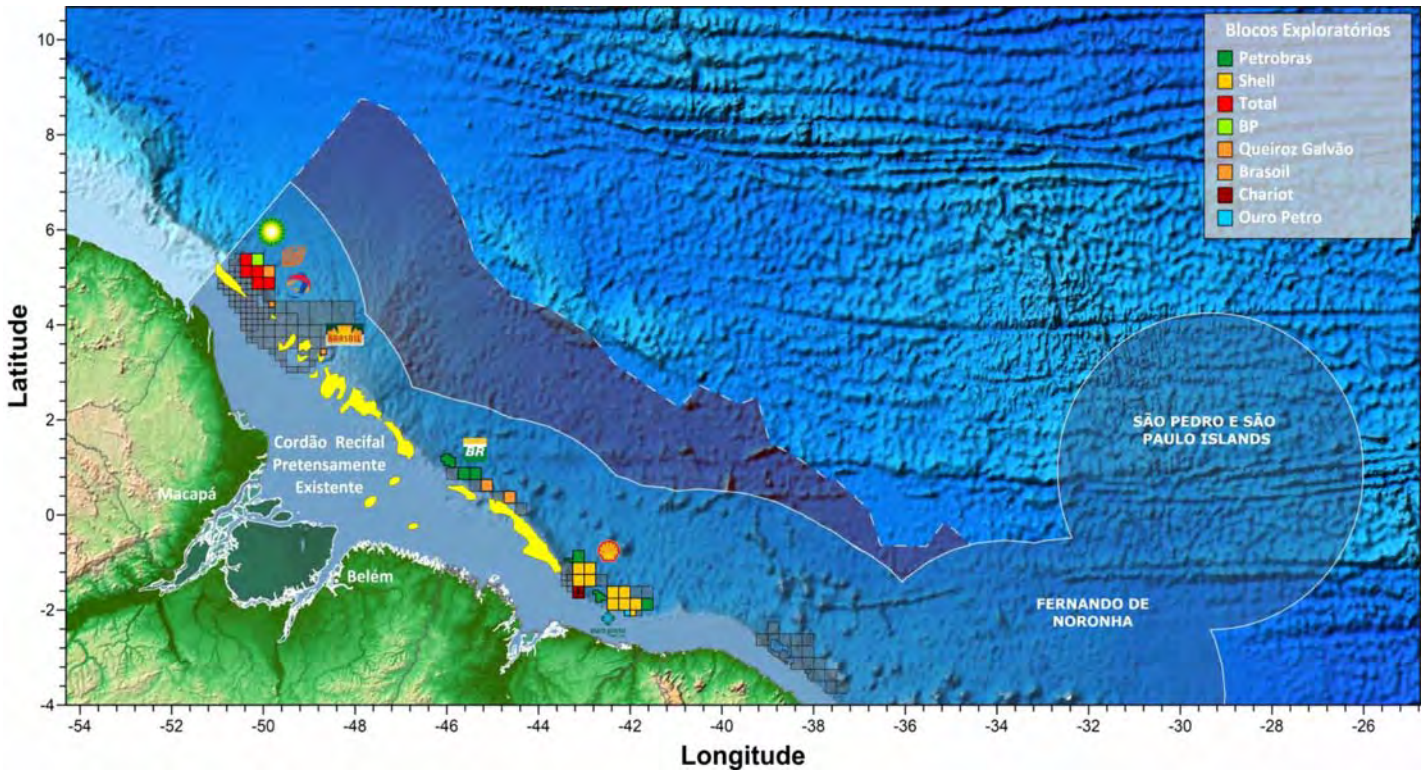


Figura 14: Mapa de localização das ocorrências de recifes de coral do Amazonas e os blocos exploratórios das empresas de Óleo & Gás.

Etapas de Execução Projeto

1ª Fase do Projeto

Levantamento batimétrico multifeixe, *backscatter*, sonográfico e sísmico; e aquisição de dados oceanográficos físicos e hidroquímicos, durante o 1º ano na costa leste do Estado do Amapá do Oiapoque até a foz do rio Amazonas (Setor Norte) entre as isóbatas de 50 a 200 metros de profundidade (Fig. 16).

2ª Fase do Projeto

Levantamento batimétrico multifeixe, *backscatter*, sonográfico e sísmico; aquisição de dados ceanográficos físicos e hidroquímicos; e mergulho e amostragem com ROV durante o 2º ano da foz do rio Amazonas até a foz do rio Pará (Porção Central) entre as isóbatas de 50 a 200 metros de profundidade e mergulho com ROV em áreas especificas para a construção da linha de base ambiental (Fig. 16).

3ª Fase do Projeto

Levantamento batimétrico multifeixe, *backscatter*, sonográfico e sísmico; aquisição de dados oceanográficos físicos e hidroquímicos; e mergulho e amostragem com ROV durante o 3º ano da foz do rio Pará até a foz do rio Mearim (Porção Sul) entre as isóbatas de 50 a 200 metros de profundidade e mergulho com ROV em áreas especificas para a construção da linha de base ambiental.

Nesse contexto, o SGB-CPRM priorizará a execução do projeto com a realização de comissões científicas especificas voltadas ao levantamento de dados geofísicos e a construção de uma linha de base ambiental, seguindo as recomendações dos órgãos de controle do IBAMA e CONAMA, estes dados dividem-se em:

a) Oceanografia Física: com destaque para os regimes de corrente, temperatura, e turbidez ao longo de toda a coluna de água e principalmente nas proximidades do fundo marinho. O principal objetivo seria medir parâmetros físicos nas profundidades potencialmente impactadas pelas plumas de sedimento, geradas durante a operação de equipamentos que perturbem o fundo, incluindo testes de mineração, e prever seus padrões de dispersão.

b) Geologia: essencialmente a produção de mapas batimétricos que destaquem as principais feições geomorfológicas e que reflitam a heterogeneidade do ambiente. Também se sugere a medição das concentrações de metais pesados e elementos-traço que podem ser liberados para a coluna de água durante atividades de exploração.



Figura 15: (A) Navio de pesquisa hidroceanográfico Vital de Oliveira com 78 metros de comprimento destinado aos levantamentos ambientais e mergulho com ROV, (B) navio hidroceanográfico Garnier Sampaio com 47,60 metro de comprimento a ser utilizado para o levantamento batimétrico com multifeixe MBES, sonográfico e sísmico e (C e D) o navio Ciências do Mar II (UFMA) com 32m de comprimento a ser utilizado para o levantamento batimétrico com multifeixe MBES, sonográfico e sísmico, oceanográfico, geológico e ambiental.

c) Oceanografia Química: incluindo mensuração dos níveis básicos de parâmetros químicos (e.g. nutrientes, oxigênio dissolvido, pH, Alcalinidade, metais pesados dissolvidos entre outros) na coluna de água e particularmente nas camadas que recobrem os depósitos. A ideia central é permitir a detecção de mudanças em quaisquer dessas concentrações advindas da atividade de exploração.

d) Propriedades dos Sedimentos: incluindo medidas da mecânica do solo e composição do sedimento (e.g. mineralogia, tamanho da partícula), fonte potencial das plumas bentônicas.

e) Comunidades Biológicas: incluindo a coleta representativa de amostras das comunidades bentônicas (megafauna, macrofauna, meiofauna, microfauna e necrófagos) de diferentes habitats, feições topográficas, estratos batimétricos, tipos de sedimento, e nas áreas de ocorrência dos recifes de corais do Amazonas, dentro e fora dos blocos exploratórios. Da mesma forma deve-se caracterizar a estrutura das comunidades pelágicas (i.e. plâncton, nécton) da coluna de água e Camada Limite Bentônica, potencialmente impactadas por plumas de sedimento, incluindo a presença de predadores de superfície (e.g. cetáceos, aves, tartarugas, atuns).

De acordo com o projeto proposto para os estudos ambientais nas áreas de ocorrência dos corais, as comissões científicas terão como foco uma análise sinótica da estrutura da coluna de água e dos habitats associados aos blocos requisitados para exploração de Óleo & Gás e áreas circundantes.

Nesse sentido será explorada a hipótese central que ambos os ambientes são heterogêneos e estruturados espacialmente pelo efeito de diferentes fatores ambientais (e.g. massas de água, profundidade, tipos de substrato, feições topográficas e outros). Também será iniciada a caracterização da estrutura (i.e. composição taxonômica, abundância, diversidade) das comunidades pelágicas (bacterioplâncton, fitoplâncton e zooplâncton) e bentônicas. Adicionalmente será levantada informação sobre a direção e intensidade de correntes próximas ao fundo como subsídio para estudos de circulação, sobretudo sobre as áreas potencialmente impactadas pela exploração geológica.

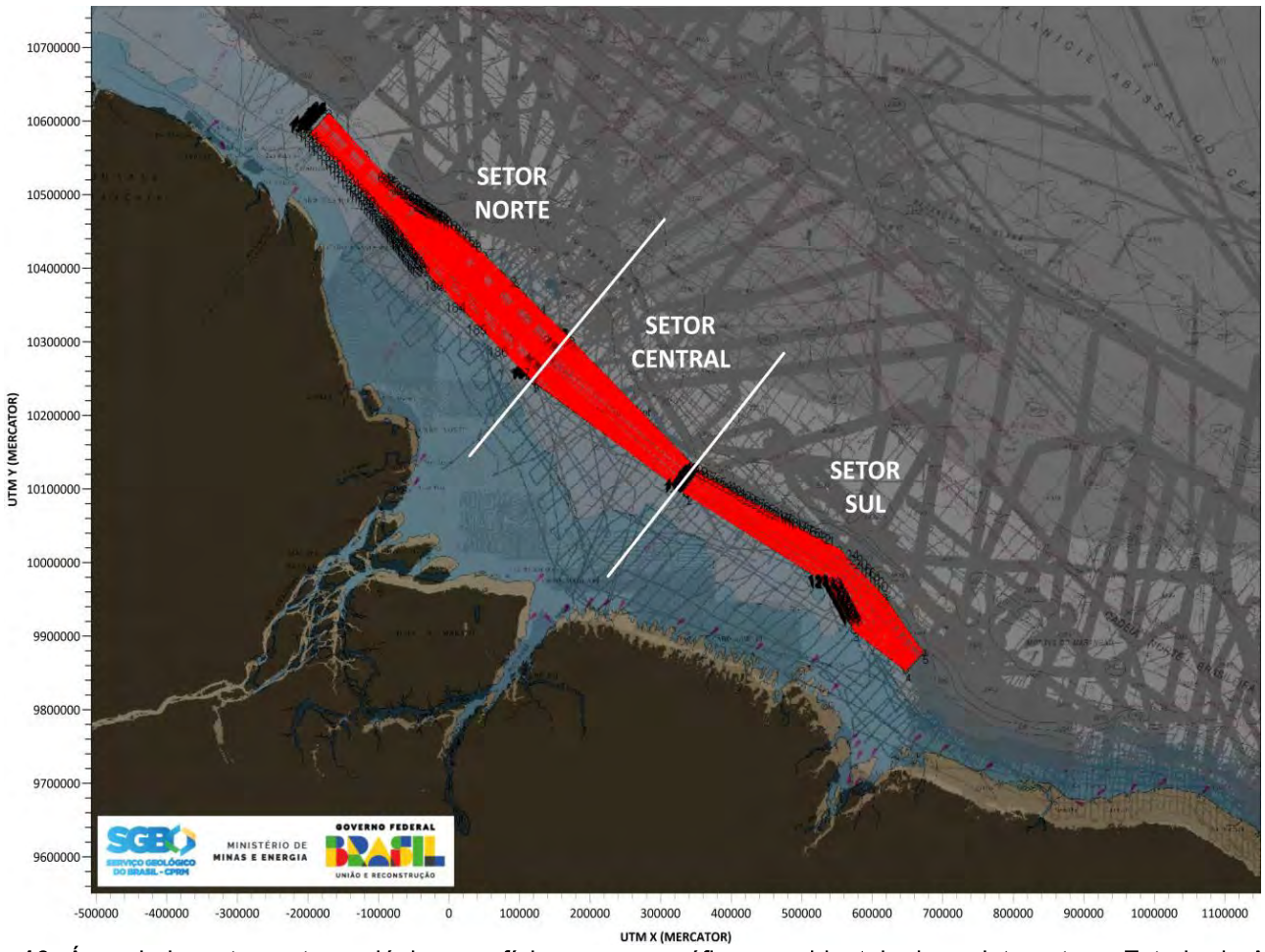


Figura 16: Área do levantamento geológico, geofísico, oceanográfico e ambientais do projeto entre o Estado do Amapá (Oiapoque) até o Maranhão (Foz do rio Mearim), totalizando 500 dias de mar.

Os questionamentos científicos que conduzem a proposta operacional destas comissões são:

- Qual é a estrutura físico-química da coluna de água sobre as áreas de exploração dos blocos de Óleo & Gás e região oceânica circundante, e em particular das camadas próximas ao fundo marinho?
- Qual a influência do fluxo das massas de água profundas presentes no Atlântico Sul e Equatorial sobre essa região?
- Quais alterações nas condições físico-químicas podem ser atribuídas à interação de tais massas de água com as feições topográficas? Principalmente, qual o padrão local de circulação profunda?
- Quais os tipos de habitats bentônicos encontrados sobre a área de exploração dos blocos de Óleo e Gás e adjacências? Qual sua extensão, como se distribuem e qual a relação com feições topográficas, estratos batimétricos, distribuição das massas de água e padrões de circulação profunda?
- Quais comunidades da megafauna profunda são associadas aos habitats bentônicos diferenciados?
- Como se estruturam as comunidades pelágicas zooplanctônicas, fitoplantônicas (e do microzooplâncton) e microbiológicas na coluna de água? Como se associam com os padrões oceanográficos oceânicos e locais?

Equipe do Projeto

- Noevaldo Araujo Teixeira (SGB – CGA, Coordenador);
- Eugênio Pires Frazão (SGB - CGA - Coord. Técnico);
- Crisógono Vasconcelos (CGA – SGB)
- Maurício Liska Borba (CGA – SGB)
- Victor Hugo Rocha Lopes (SGB - DIGEOM);
- Maria Aline Lisniowski (SGB - DIGEOM);
- Vadim Harlamov (SGB - DIGEOM);
- Profª. Drª. Valdenira Ferreira dos Santos (IEPA);
- Profª. Drª. Helenice Vital (UFRN);
- Profª. Drª. Gabriela Ramos Hurtado (UNESP);
- Prof. Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho (UFPA);
- Prof. Dr. Maâmar El-Robrini (UFPA);
- Prof. Dr. Luciano Emidio Neves da Fonseca (UnB);
- Dr. Luiz Antonio Pereira de Souza (IPT);
- Prof. Dr. Arthur Ayres Neto (UFF);

- Prof. Dr. Moacyr Cunha de Araújo Filho (UFPE);
- Prof. Dr. Alex Costa Da Silva (UFPE);
- Prof. Dr. Manuel de Jesus Flores Montes (UFPE);
- Prof. Dr. Marcus André Silva (UFPE);
- Prof. Dr. Sérgio Luiz Costa Bonecker (UFRJ);
- Profª. Drª. Renata Carolina Mikosz Arantes (UFSC);
- Profª. Drª. Narelle Maia de Almeida (UFC);
- Prof. Dr. Leonardo Gonçalves de Lima (UFMA);
- Prof. Dr. João Luiz Baptista de Carvalho (UFMA)

Considerações da AAAS

A avaliação ambiental de área sedimentar é uma exigência governamental para a liberação de licenças exploratórias conforme a Portaria Interministerial MME-MMA nº 198/2012 que a instituiu. Desse modo, o SGB propõe (i) o SGB assume a configuração e entrega da AAAS e (ii) o SGB fornece todas as informações técnico-científicas para a elaboração da AAAS conforme fluxograma da Fig. 17.

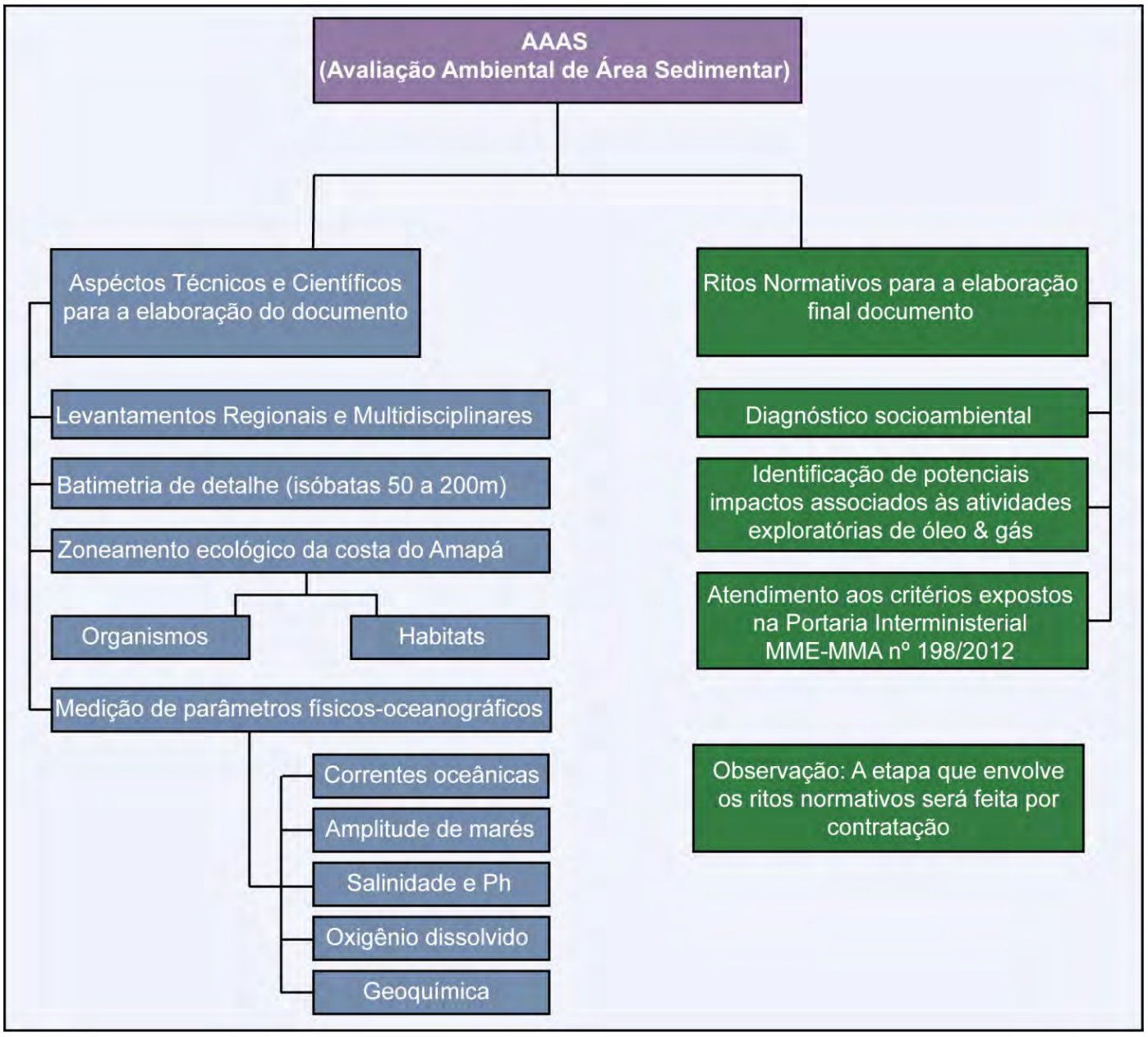


Figura 17: Fluxograma indicativo das etapas para a avaliação ambiental de área sedimentar (AAAS), com indicações dos aspectos técnico-científicos e ritos normativos para elaboração do documento.

Referências

Alexandersson, T. Intergranular growth of marine aragonite and Mg calcite: evidence of precipitation from supersaturated sea-water. Journal of Sedimentary Petrology, v. 42, p. 441-460, 1972.

Berryman, J., Kearns, H. and Rodriguez, K., 2015. Foz do Amazonas Basin–A case for oil generation

from geothermal gradient modelling. first break, 33(11).

Beier, J.A. Diagenesis of Quaternary Bahamian beachrock: petrographic and isotopic evidence. Journal of Sedimentary Petrology, v. 55, p. 755-761, 1985.

Branner, J.C. The stone reefs of Brazil, their geological and geographical relations with a chapter of the coral reefs. Harvard College Museum Comparative Zoology Bulletin, v. 44, p. 1-285, 1904.

Castellanos-Gell, J., Robainas-Barcia, A., Casane, D., Chevalier-Monteagudo, P., Pina-Amargós, F. and García-Machado, E., 2012. The surgeonfish, Acanthurus bahianus, has crossed the Amazon–Orinoco outflow barrier. Marine biology, 159(7), pp.1561-1565.

El-Sayed, M.K. Beachrock cementation in Alexandria, Egypt. Marine Geology, v. 80, p. 29-35, 1988.

de Mahiques, M.M., Siegle, E., Francini-Filho, R.B., Thompson, F.L., de Rezende, C.E., Gomes, J.D. and Asp, N.E., 2019. Insights on the evolution of the living Great Amazon Reef System, equatorial West Atlantic. Scientific Reports, 9(1), pp.1-8.

Francini-Filho, R.B., Asp, N.E., Siegle, E., Hocevar, J., Lowyck, K., D'Avila, N., Vasconcelos, A.A., Baitelo, R., Rezende, C.E., Omachi, C.Y. and Thompson, C.C., 2018. Perspectives on the Great Amazon Reef: extension, biodiversity, and threats. Frontiers in Marine Science, 5, p.142.

Ginsburg, R.N. & James, N.P. Beachrock in South Florida. Journal of Sedimentary Petrology, v. 23, p. 85-92, 1953.

Gischler, E. & Lomando, A.J. Holocene cemented beach deposits in Belize. Sedimentary Geology, v. 110, p. 277-297, 1997.

Gorini, C., Haq, B.U., dos Reis, A.T., Silva, C.G., Cruz, A., Soares, E. and Grangeon, D., 2014. Late Neogene sequence stratigraphic evolution of the Foz do Amazonas Basin, Brazil. Terra Nova, 26(3), pp.179-185.

Grodsky, S.A., Reul, N., Lagerloef, G., Reverdin, G., Carton, J.A., Chapron, B., Quilfen, Y., Kudryavtsev, V.N., Kao, H. 2012. Haline hurricane wake in the Amazon/Orinoco plume: AQUARIUS/SACD and SMOS observations. Geophys. Res. Lett. 39(20).

Hoorn, C., Guerrero, J., Sarmiento, G.A., Lorente, M.A. 1995. Andean tectonics as a cause for changing drainage patterns in Miocene northern South America. Geology, 23,237–240.

Jones, B.; Rossen, M.R.; Renault, R.W. Silicacemented beachrock from lake Taupo, North Island, New Zealand. Journal of Sedimentary Research, v. 67,

p. 805-814, 1997.

Ketzer, J.M., Augustin, A., Rodrigues, L.F., Oliveira, R., Praeg, D., Pivel, M.A.G., dos Reis, A.T., Silva, C. and Leonel, B., 2018. Gas seeps and gas hydrates in the Amazon deep-sea fan. Geo-Marine Letters, 38(5), pp.429-438.

Lentz, S. 1995a. Seasonal variations in the horizontal structure of the Amazon plume inferred from historical hydrographic data. J. Geophys. Res., 100(2): 2391–2400.

Lentz, S. 1995b. The Amazon River plume during AMASSEDS: Subtidal current variability and the importance of wind forcing. J. Geophys. Res., 100(2): 2377–2390.

Maslin, M. A., E. Durham, S. J. Burns, E. Platzman, Pedro Grootes, S. E. J. Greig, M-J. Nadeau et al. "Palaeoreconstruction of the Amazon River freshwater and sediment discharge using sediments recovered at Site 942 on the Amazon Fan." Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association 15, no. 4 (2000): 419-434.

Milliman, J.D., Summerhayes, C.P., Barretto, H.T.,1975. Quaternary sedimentation on the Amazon continental margin: a model. Geological Society of America Bulletin, 86(5), pp.610-614.

Miloslavich, P., Klein, E., Díaz, J.M., Hernández, C.E., Bigatti, G., Campos, L., Artigas, F., Castillo, J., Penchaszadeh, P.E., Neill, P.E., Carranza, A., Retana, M.V., Díaz de Astarloa. J.M., Lewis, M., Yorio, P., Piriz, M.L., Rodríguez, D., Yoneshigue-Valentin, Y., Gamboa, L., Martín, A. 2011. Marine biodiversity in theAtlantic and Pacific coasts of South America: Knowledge and gaps. PLOS One 6, e14631.

Moura, R.L., Amado-Filho, G.M., Moraes, F.C., Brasileiro, P.S., Salomon, P.S., Mahiques, M.M., Bastos, A.C., Almeida, M.G., Silva, J.M., Araujo, B.F. and Brito, F.P., 2016. An extensive reef system at the Amazon River mouth. Science advances, 2(4), p.e1501252.

Nittrouer, C.A.; Demaster, D.J. 1996. Oceanography of the Amazon continental shelf. Cont. Shelf Res., 16: 553–573.

Rodriguez, K., H. Pedersen, R. Svendsen, and D. Negri. "CSEM Anomalies co-rendered with Modern Seismic to De-risk Exploration Leads–Foz do Amazonas Brazil." In 77th EAGE Conference and Exhibition 2015, vol. 2015, no. 1, pp. 1-5. European Association of Geoscientists & Engineers, 2015.

Russell, R.J. Origin of beachrock. Zeitschrift für Geomorphologie, v. 6, p. 1-16, 1962.

Salisbury, J., Vandemark, D., Campbell, J., Hunt, C., Wisser, D., Reul, N., Chapron, B. 2011. Spatial andtemporal coherence between Amazon River discharge, salinity, and light absorption by

coloredorganic carbon in western tropical Atlantic surface waters. J. Geophys. Res. 116, C00H02 (2011).

Spilki, F.R., Scheuensthul, M.C.B., Tundisi, J.G. 2016. Enhancing water management capacity in a changing world: The challenge of increasing global access to water and sanitation. Editora da Universidade Feevale, Novo Hamburgo, 711 pp.

Strasser, A.; Davaud, E.; Jedoui, Y. Carbonate cement in Holocene beachrock: example from Bahiret el Biban, southeastern Tunisia. Sedimentary Geology, v. 62, p. 89-100, 1989.

Tabelas

Tabela 01: Orçamento para o plano de execução de desenvolvimento dos levantamentos para os três anos de projeto.

CUSTO DO PROJETO					
Item	**Descrição**	**Unid.**	**Quant.**	**Valor Unitário (R$)**	Total (R$)
Diárias de Campo (terra e mar)	Diárias de campo (terra e mar): Para atender às atividades de levantamento de dados; instalação de rede maregrafica; monitoramento rede maregráfica; levantamento batimétrico multifeixe e monofeixe, levantamento sonográfico e sísmico; coleta de amostras de sedimento, medição de dados hidrodinâmicas cinemáticos e termodinâmicos; reambulação de mapas temáticos, contando com 5 pesquisadores por etapa para cada equipe, durante 36 meses, ou seja, serão 500 dias de mar, distribuído em ~ 08 campanhas de 21 dias cada.	Dias	2500	450,00	1.125.000,00
Material de processamento em geral, incluindo peças de reposição em geral	Apoio às atividades de pesquisa na manutenção de sistemas de processamento de dados, armazenamento de dados, sobressalentes como cabos, antenas e pigtail para o sistema MBES e Side Scan Sonar,impressão em geral, substituição de EPI e afins.	Vb.	1	330.000,00	330.000,00
Contratação de Consultores Especialistas (Doutores, Mestres e Especialistas) por 36 meses	Pesquisadores externos com vínculo formal a projetos e programas de pesquisa com ou sem inovação tecnológica, inclusive em projetos integrados com atividades de pesquisa ou inovação	Vb.	1	2.664.000,00	2.664.000,00
Serviços de Terceiros Pessoa Física e/ou Jurídica	Embarcação pertencente à UFMA "Ciências do Mar II" com 32 metros de comprimento e com capacidade para 18 pessoas e navios da MB	Vb.	1	34.000.000,00	34.000.000,00
Equipamentos e Material Permanente Nacional e Importado	Equipamentos	Vb.	1	9.881.000,00	9.881.000,00
TOTAL DO PROJETO					**48.000.000,00**

Custo Total: R$ 48.000.000,00 (Quarenta e oito milhões de reais).

Prazo de Execução: 03 anos.