

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E  
TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

**CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

---

**RELATÓRIO DE VIAGEM AO EXTERIOR**

Oceano Pacífico, Zona da Fratura de Clarion-Clipperton

---

Navio R/V Yuzhmorgeologiya



**At-Sea Training Programme | International Seabed Authority  
Pesquisa Mineral de Nódulos Polimetálicos e Levantamento Ambiental  
na Região de Clarion-Clipperton no Oceano Pacífico.**

**VICTOR HUGO ROCHA LOPES**

**Data: 12/07/2015 a 26/10/2015**

---



# RELATÓRIO DE VIAGEM AO EXTERIOR

**Nome:** Victor Hugo Rocha Lopes

**Matrícula:** 86.377.741

**Lotação:** DGM/DEREM/DIGEOM

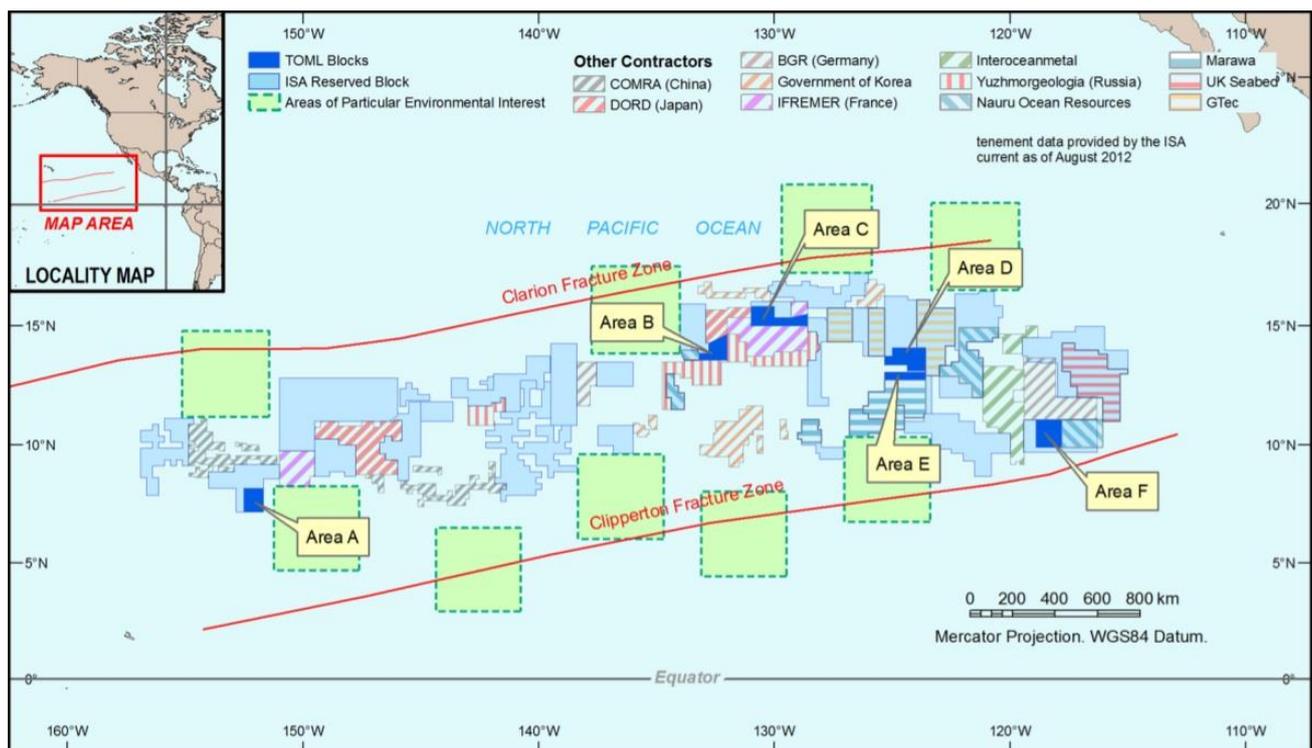
**Tipo de Viagem:** Com ônus limitado

**Enquadramento da Viagem:** Serviço ou aperfeiçoamento relacionado à atividade fim da entidade

**Período:** 12/07/2015 a 26/10/2015

**Instituição:** International Seabed Authority | Tonga Offshore Mining Limited

**Diário Oficial da União (DOU):** Pág. 44 da seção 2 de 19 de Junho de 2015.



**At-Sea Training Programme | International Seabed Authority**  
**Pesquisa Mineral de Nódulos Polimetálicos e Levantamento Ambiental na Região de Clarion-Clipperton no Oceano Pacífico.**

**VICTOR HUGO ROCHA LOPES**

**Data: 12/07/2015 a 26/10/2015**

# SUMÁRIO

<b>RESUMO CRONOLÓGICO.....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
Sobre o Treinamento no Mar da ISA.....	8
Sobre a Tonga Offshore Mining Limited (TOML).....	8
Sobre a Nautilus Minerals Inc.....	9
Sobre a YMG.....	9
Sobre o Navio R/V Yuzhmorgeologya.....	10
Características do Navio.....	11
Sobre a Região de Estudo.....	12
Sobre a viagem para Tarawa – República do Kiribati.....	13
Embarque no R/V YMG e a Recepção das Autoridades Locais.....	17
Campanha CCZ15 da TOML.....	18
<b>COLETA COM DRAGA TIPO GALATEA.....</b>	<b>20</b>
Procedimentos para coleta com Draga tipo <i>Galatea</i> .....	20
Coleta da Draga D01.....	22
<i>Etapas da Operação da dragagem.....</i>	<i>22</i>
<i>Etapas do processamento das amostras.....</i>	<i>24</i>
Coleta da Draga D02.....	25
<i>Etapas da Operação da dragagem.....</i>	<i>26</i>
<i>Etapas do processamento das amostras.....</i>	<i>27</i>
Coleta da Draga D03.....	28
<i>Etapas da Operação da dragagem.....</i>	<i>28</i>
<i>Etapas do processamento das amostras.....</i>	<i>29</i>
Coleta da Draga D04.....	29
<i>Etapas da Operação da dragagem.....</i>	<i>30</i>

<i>Etapas do processamento das amostras.....</i>	30
<b>COLETA COM AMOSTRADOR TIPO <i>BOX CORER</i>.....</b>	<b>32</b>
<i>Box-corers</i> utilizados.....	32
Procedimentos para o <i>Box-corer</i> .....	36
Contaminantes.....	37
Pré-lançamento do <i>Box-Corer</i> .....	37
Lançamento do <i>Box Corer</i> .....	38
Monitoramento do <i>Box Corer</i> – Guincho.....	38
Monitoramento do <i>Box Corer</i> – <i>Pinger</i> .....	38
Chegada e tempo no fundo do mar.....	39
Gestão e Processamento das Amostras do <i>Box-Corer</i> .....	39
Problemas ocorridos no <i>Box Corer</i> .....	41
<b>LEVANTAMENTOS COM SONAR DE VARREDURA LATERAL E SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO.....</b>	<b>46</b>
Sonar de Varredura Lateral – SSS.....	49
Sísmica de Alta Resolução – SBP.....	50
<b>LEVANTAMENTO DE PERFIS DE FOTO-FILMAGEM.....</b>	<b>54</b>
Análise das imagens do Neptune.....	57
<b>SISTEMA DE MONITORAMENTO DE CORRENTES.....</b>	<b>58</b>
Mooring TOML.....	58
Mooring Alemão.....	59
Problemas ocorridos com o Mooring.....	60
<b>LEVANTAMENTO DE PERFIS OCEANOGRÁFICOS.....</b>	<b>61</b>
Perfilador/ADCP Aanderaa Seaguard.....	61
Perfilador MAPR (Miniature autonomous plume recorder).....	61
Problemas ocorridos com os perfiladores de coluna d'água.....	62

<b>LEVANTAMENTO DE DADOS DE GEOTÉCNICOS DO FUNDO MARINHO.....</b>	<b>64</b>
Descrição do equipamento.....	64
Procedimento de medidas.....	64
Padrões Internacionais para Vane-Shear.....	65
<b>AMOSTRAGEM DOS NÓDULOS.....</b>	<b>66</b>
<b>AMOSTRAGEM SEDIMENTO-BIOLÓGICA.....</b>	<b>67</b>
<b>AMOSTRAGEM DE ÁGUA.....</b>	<b>69</b>
Tipos de análises a serem realizadas.....	69
<b>TREINAMENTOS DE SEGURANÇA.....</b>	<b>71</b>
<b>MONTAGEM DE UM MINI-ESTÚDIO FOTOGRÁFICO PARA REGISTROS DAS AMOSTRAS GEOLÓGICAS E BIOLÓGICAS.....</b>	<b>75</b>
<b>CRIAÇÃO DE UM CATÁLOGO FOTOGRÁFICO SOBRE AS OCORRÊNCIAS BIOLÓGICAS APRESENTADAS EM UM WORKSHOP DA ISA NA BÉLGICA NO ANO DE 2016.....</b>	<b>77</b>
Análise das imagens do Neptune.....	77
Análise das imagens das Dragas e Box Corer.....	77
<b>RECORD HISTÓRICO DE 3 CICLONES SIMULTÂNEOS CATEGORIA 4 NO OCEANO PACÍFICO.....</b>	<b>80</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>81</b>
<b>AGRADECIMENTO.....</b>	<b>82</b>

## Resumo Cronológico

### Principais acontecimentos da campanha CCZ15 da TOML

12 a 21 de Junho - Pré-mobilização em Busan, Korea; 21 a 22 de Julho - mobilização em Tarawa, Kiribati;

23 de Julho – Travessia do Antemeridiano e o Equador simultaneamente.

24 de Julho - Início do Levantamento em Kiribati (Neptune)

1 de Agosto - Reabastecimento em alto-mar a oeste da área de Clarion-Clipperton

2 de Agosto - Levantamento finalizado em Kiribati

3 de Agosto - Início das atividades na Área A (primeira draga realizada.) 6 de Agosto - Alerta sobre ciclones e desvio do Ciclone Hilda.

9 de Agosto - Chegada a Área B e levantamentos com Box Corer, Neptune e MAK M1. Área finalizada em 26 de Agosto.

24 de Agosto - Advertência sobre ciclones, o Ciclone Inácio começa a se formar e o navio YMG desvia para nordeste.

28 de Agosto - Chegada a Área C e levantamentos com Box Corer, Neptune e MAK M1. Área finalizada em 11 de Setembro.

29 de Agosto - Nos deslocamos para o sul da área C para desviar do Ciclone Jimena e retornamos no dia 31 de Agosto.

5 de Setembro - Lançamento e fundeio de uma draga e um Mooring na Area C.

12 de Setembro - Chegada a Área D e levantamentos com Box Corer, Neptune e MAK M1. Área finalizada em 2 de Outubro.

24 de Setembro - Paralisação das atividades na área D para resgatar o segundo Mooring que havia sido fundado há dois dias na área D em outra região.

26 de Setembro - Chegada a Área D (outra região) e levantamentos com Box Corer, Neptune e MAK M1. Área finalizada em 2 de Outubro.

3 de Outubro - Desvio de transito da área D para a F para resgatar um Mooring Alemão da BGR que havia sido liberado e estava a deriva no mar por alguns dias.

4 de Outubro - Chegada a Área F e levantamentos com Box Corer. Área finalizada em 10 de Outubro.

7 a 9 de Outubro - Detalhamento maior da Área F com Box Corer. 10 de Outubro - Início do transito para o Panamá.

12 de Outubro - Incêndio na sala de maquinas do R/V YMG. O Navio ficou a deriva próximo da Ilha de Clarion (~150km). As atividades do navio foram recuperadas 52 horas depois do incidente. Após os reparos o navio se deslocou com velocidade média de 3 a 5 nós.

24 de Outubro - Chegada a Balboa, Panamá 26 de Outubro - Desmobilização completa.

Todas as datas do navio foram coletadas em UTC

# INTRODUÇÃO

## Sobre o Treinamento no Mar da ISA

O programa de treinamento no mar da Autoridade Internacional dos Fundos Oceânicos (International Seabed Authority - ISA) é uma oportunidade criada para que pesquisadores de países em desenvolvimento possam adquirir conhecimento e vivência em relevantes iniciativas nos assuntos relacionados a pesquisas e atividades científicas marinhas em águas profundas como: Meio ambiente, Biologia, Engenharia, Mineração, Oceanografia, Geologia e Geofísica.

Os países membros da ISA são convidados a indicar um candidato e nomeá-lo para participar de uma seleção por uma Comissão Legal e Técnica que ocorre na sede da ISA em Kingston, na Jamaica. A cada treinamento ofertado pelos países membros, dois ou mais candidatos são selecionados para os treinamentos no mar que tem entre 2 e 3 meses de duração.



Figura 1: A Autoridade dos Fundos Oceânicos (ISA) foi criada em 1982, como uma organização autônoma estabelecida na convenção das Nações Unidas, responsável pela regulação da exploração e desenvolvimento dos depósitos marinhos.

Atualmente 13 países estão no programa de treinamento, dentre eles temos a China, Alemanha, França, Japão, Tonga, Reino Unido, Rússia e futuramente também o Brasil.

## Sobre a Tonga Offshore Mining Limited (TOML)

Em 2011 a empresa subsidiária da Nautilus Minerals, Tonga Offshore Mining Ltd (TOML) foi a primeira organização do setor privado a garantir licenças de exploração pela Autoridade internacional do Fundos oceânicos (International Seabed Authority - ISA).



Figura 2: A Tonga Offshore Mining é responsável pelo estudo e exploração nas águas jurídicadas de Tonga e detentora de 5 blocos no Pacífico, na região de Clarion-Clipperton

Em janeiro de 2012 foi assinado formalmente o acordo de exploração no leste do pacífico na região das falhas de Clarion-Clipperton. O contrato foi assinado durante o workshop em Kingston, Jamaica, dando direito exclusivos a TOML para conduzir atividades de exploração na região de Clarion-Clipperton (CCZ) entre o Havaí e o México onde existem ocorrências de nódulos polimetálicos. Esses nódulos são ricos em cobre, níquel, manganês e cobalto e são achados em profundidades entre 4000 e 6000 metros.

### **Sobre a Nautilus Minerals Inc.**

A Nautilus Minerals Inc. é uma empresa de origem canadense, sendo a primeira empresa a explorar comercialmente o fundo do oceano em busca de depósitos minerais e está atualmente desenvolvendo seu primeiro projeto em Solwara 1, uma região nas águas territoriais de Papua Nova Guiné no oeste do Oceano Pacífico. O objetivo nesta região é de explorar e produzir cobre, ouro e prata. Todo o projeto está licenciado ambientalmente.



Figura 3: Nautilus Mineral Inc. é uma empresa de exploração mineral submarina com sede em Toronto, Canadá.

Nautilus também detém mais de 500.000 km<sup>2</sup> de área de exploração altamente prospectiva no oeste do Pacífico; em Papua-Nova Guiné, Ilhas Salomão, Fiji, Vanuatu e Tonga, assim como em águas internacionais no Pacífico oriental, região de Clarion-Clipperton

### **Sobre a YMG**

Centro Científico Yuzhmorgeologiya ou YMG é uma companhia Russa que opera sob a jurisdição da Agência Federal de Recursos Naturais (<http://www.rosnedra.com/>) e do Ministério de Recursos Naturais. (<http://www.mnr.gov.ru/>) e que desenvolve atividades de apoio geológico, em conexão com a exploração e desenvolvimento de recursos minerais da plataforma continental, mares internos e de águas internacionais.



Figura 4: A Yuzhmorgeologiya é uma companhia Russa que opera sob a jurisdição da Agência Federal de Recursos Naturais e do Ministério de Recursos Naturais.

A YMG é uma das principais organizações científicas russas com mais de 55 anos de experiência. A empresa participa de vários programas federais e internacionais e é ativa na indústria geofísica offshore. Ela está localizada na cidade de Gelendzhik (perto do Mar Negro), que fica cerca de 40 quilômetros do porto de Novorossi.

É composta por 14 divisões e laboratórios, instalações de design e oficinas de construção, possui quatro embarcações especializadas e 110 itens de equipamentos de investigação, obteve a certificação em Gestão de Segurança da Maritime Register of Shipping e tem 21 licenças para várias de atividades possuindo 42 patentes e certificados de propriedade intelectual

### **Sobre o Navio R/V Yuzhmorgeologya**

Nesta Campanha pela TOML a YMG está utilizando o navio de pesquisa R/V “Yuzhmorgeologya” construído em 1985, possuindo as seguintes dimensões: 104.5 m; 16 m e 5.8 m. A velocidade de cruzeiro é de 10 nós, sendo a velocidade máxima de 14 nós. A bandeira é da Federação Russa.



Figura 5: O R/V Yuzhmorgeologya foi o navio escolhido para adquirir os dados na região de Clarion-Clipperton para a TOML





Figura 6: Perspectivas do R/V Yuzhmorgeology, o navio escolhido para adquirir os dados na região de Clarion-Clipperton para a TOML.

### Características do Navio

O navio R/V Yuzhmorgeology ou YNG possui a seguinte estrutura:

Tabela 1: Especificações Técnicas do YMG

Technical Specifications		
Year of Construction	1985	Endurance
Length, Overall	104.5 m	
Beam	0-140 fpm (at bare drum)	Cruising range
Light/Loaded draft	16.0 m	Engine power
Displacement (Load Light)	5626 t, max	Thrusters
Fuel stock	1220 t	Register Class (Russian
Speed (cruising/max.)	10/14 knots	Ice class: 30% floating ice

Tabela 2: Especificações Técnicas de Movimentação de Equipamentos e Carga

Deployment / Handling Systems			
A-Frame	16.0 t	Geophysical winches (2)	8 kN each
J-Frames (2)	1.2 t each	Geophysical winch	6 kN
Cranes (4)	3.6 t each	Geophysical winch	5 kN
Traction winch	160 kN	Air gun winch	18 kN
Trawl winches (2)	16 t max ea.	Other winches (2)	11.2 t each

Tabela 3: Acomodações do Navio

Accommodations		
Accommodates	91	Gymnasium
Customer accommodations	30	Sauna
Dining Room	40	Private laundry facilities
Ward Room	14	Air conditioning & heating sys.
Infirmary, surgery, pharmacy		Fresh water generation system

Tabela 4: Navegação, Comunicação, Serviços e Reparos

Navigation/Communications	Service Workshops
Integrated Navigation System	Mechanical
Scientific survey echo sounders	Electromechanical
GPS (Furuno)	Computing center equipment repair
Subsea acoustic navigation	Shipwright's
Radar (Furuno), 2 gyros	Arc and gas welding
GMDSS, Furuno	Photo and TV equipment maintenance
NMARSAT B	

Tabela 5: Laboratórios Seco e Molhado

Dry Laboratories	Dry Laboratories	Wet Laboratories
Computing center	Samples preparation/drying	Geological
Navigation room	Underwater equipment	Microbiological
Photo development	Biological	Grinding
Map preparation	Lithological/mineralogical	Chemical-Analytical
Hydrochemical	Magnetic tapes storage room	
Acoustic/seismic	Equipment & samples storage	

## Sobre a Região de Estudo

Nesta Campanha foram realizadas aquisição de dados geofísicos e amostras geológicas e biológicas na Região das Falhas de Clarion-Clipperton.

A região de Clarion-Clipperton (CCZ) está localizada entre o Havaí e o México onde existem ocorrências de nódulos polimetálicos. Esses nódulos são ricos em cobre, níquel, manganês e cobalto, possuindo também graus mais baixos de uma variedade de outros metais de interesse. Os nódulos estão localizados no fundo do mar a uma profundidade entre 4000 e 6000 metros.

Desde o início, na região de Clarion-Clipperton, a exploração e o desenvolvimento dos depósitos são regulados pela Autoridade Internacional dos Fundos Oceânicos (ISA). A ISA é uma organização internacional autônoma estabelecida sob a Convenção de 1982 das Nações Unidas sobre o Direito do Mar e o Acordo de 1994 relativos à aplicação da Parte XI da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar.

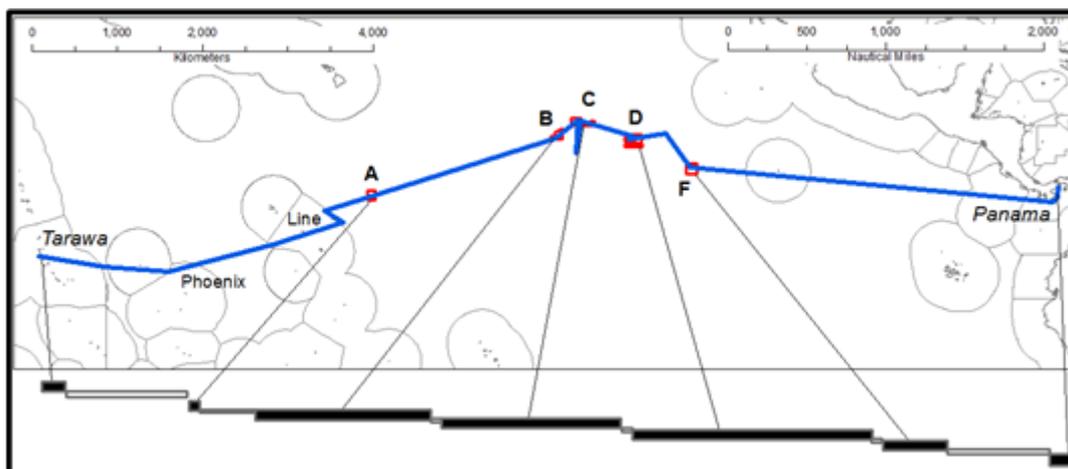
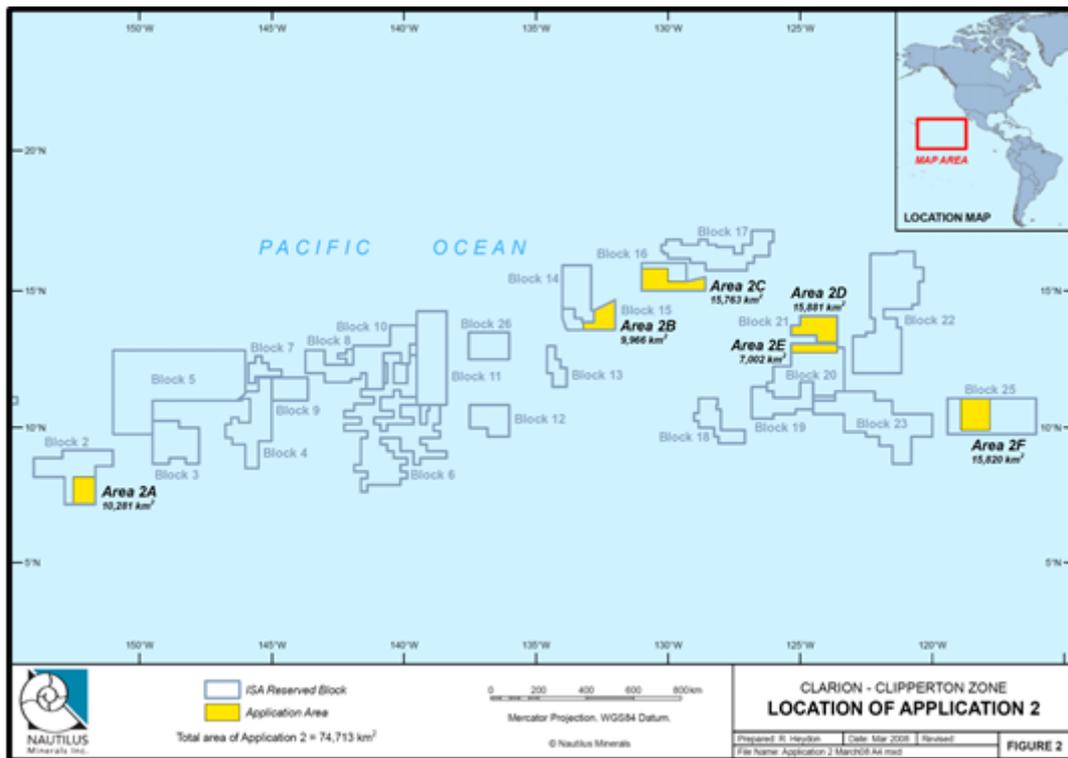


Figura 7: Acima as Áreas pertencentes ao Tonga (TOML) e a baixo o Programa da campanha CCZ15

A exploração na CCZ começou na década de 1960 por grupos patrocinados pelo Estado da Rússia, França, Japão, Europa Oriental, China, Coreia e Alemanha. Vários outros consórcios comerciais também exploram entre os anos 1960 e os anos 1980 e em alguns casos, seus descendentes ainda estão envolvidos até os dias atuais.

### Sobre a viagem para Tarawa – República do Kiribati

Houve algumas mudanças nos períodos da viagem, a primeira tinha sido marcada para o dia 26 de Junho, após esse dia uma nova data foi marcada devido a alguns problemas técnicos com o navio. Neste período o navio estava na China fazendo alguns reparos no

guindaste. Após isso houve novas remarcação. Finalmente a data para a saída rumo cidade de Tarawa em Kiribati, foi definida para o dia 13 de julho de 2015. Os preparativos finais para a viagem foram realizados no domingo dia 12 de julho.

A primeira semana da viagem do treinamento foi composta por grandes deslocamentos até chegar ao destino final em Tarawa, capital de Kiribati. Kiribati é uma pequena Ilha no Oceano Pacífico a qual devido ao seu posicionamento estratégico, próximo a região de Clarion-Clipperton, abriga a equipe da TOML (Tonga Offshore Mining Limited).

Dia 13 de Julho (segunda-feira) - O voo de Natal para o Rio de Janeiro estava previsto para as 04:25 da manhã com chegada estimada para as 07:40. Após chegar ao Rio de Janeiro aguardei no aeroporto Galeão o próximo embarque rumo a Santiago, Chile as 15:20 com previsão de chegada as 20:25.

Dia 14 de Julho (terça-feira) - Ao chegar a Santiago, Chile, aguardei o próximo voo para Auckland, Nova Zelândia o voo sairia de Santiago as 00:05 do dia 14 de julho e estava previsto chegar em as Auckland às 04:15 do dia 15 de julho.

Dia 15 de Julho (quarta-feira) - O voo de Auckland saio às 09:45 da manhã chegando em Nadi, nas Ilhas Fiji as 12:45.

Ao chegar a Nadi, me desloquei para o hotel chamado Novo hotel Nadi, onde fiz o check-in e recebi uma carta do John Parianos (Chefe da Expedição) informando para assim que chegasse ao hotel, deveria ligar para ele. Algum tempo depois recebi uma ligação do John informando-me que deveria ir urgentemente ao aeroporto receber uma carga de equipamentos em uma transportadora chamada WG, estes equipamentos eram componentes fundamentais para o fundeio do Mooring (uma espécie de boia de monitoramento e coleta de sedimentos).

Ao chegar à transportadora tive alguns problemas com as caixas dos equipamentos que eram muito grandes para colocar em um taxi comum, então um rapaz que trabalhava na transportadora e que tinha uma caminhonete se ofereceu para em levar até o hotel.



Figura 8: 1) WG transportadora em Nadi, Ilhas Fiji. 2) Caixa com os equipamentos do Mooring. 3) Codificador do sinal do liberador. 4) Liberador acústico Duplo (1) e 5) Liberador acústico Duplo (2)

Ao chegar ao hotel conferi os equipamentos juntamente Paul Eagleson, uma espécie de gerente logístico terrestre chegou ao hotel e verificamos novamente todos os componentes.

No dia 16 Julho acordamos as 05:00 pois precisávamos ser os primeiros a despachar as bagagens já que eram muitas caixas e o peso era significativo. Desta forma tínhamos prioridade. Era imprescindível que essas caixas fossem junto conosco. A saída de Nadi, ilhas Fiji, foi às 08:00 e a chegada às 11:00 em Tarawa, Kiribati.

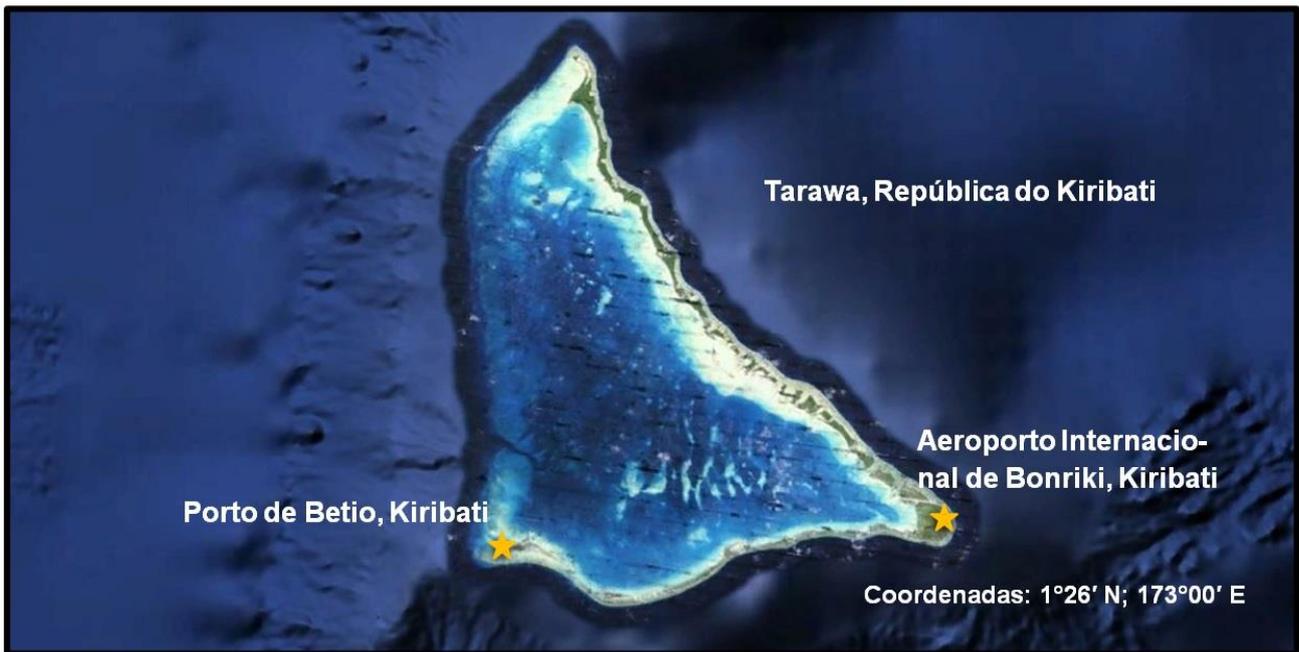


Figura 9: Ilha de Tarawa, Republica do Kiribati.

Esperamos um longo período até que todas as bagagens chegassem nesse momento conheci os outros participantes da campanha que eram de Tonga. Tie, Nafe, Sicilia e Bryan todos de Tonga. No lado de foram do aeroporto, um grupo de pessoas nos esperava para nos levar ao Hotel George, na região portuária da ilha.



Figura 10: Mapa dos trechos da viagem do Brasil até Tarawa, Kiribati.

No dia 18 de julho, passamos o dia tentando resolver um problema com o liberador acústico que veio desmontado e um pouco amassado devido a viagem de avião. Houve problemas com os sistemas de baterias e capacitores que precisaram ser concertados. Peter era o engenheiro responsável pela manutenção e concerto dos equipamentos.



Figura 11: Componentes e estruturas do liberador acústico duplo para o Mooring.

### **Embarque no R/V YMG e a Recepção das Autoridades Locais**

No dia 21 de julho fomos até ao porto para levarmos nossos pertences ao navio. Foi o primeiro contato com a tripulação do R/V Yuzhmorgeologya. Levaram-nos até nossas cabines. Almoçamos com o comandante e após o almoço nos preparamos para receber algumas pessoas locais, incluindo alguns representantes do Ministério das Pescas, Ministério do Meio Ambiente, bem como empreiteiros portuários locais. Tivemos a visita também da comitiva do presidente de Kiribati que vieram visitar o navio.

Cada pessoa da equipe ficou responsável pela recepção em uma parte estratégica do navio sendo responsáveis pelas boas vindas, explicações sobre os equipamentos e outros davam as direções que se podia ir com segurança. Na parte da noite foi preparado um jantar especial para a comitiva presidencial de Kiribati.



Figura 12: Presidente de Kiribati, Anote Tong e a primeira dama ao lado dos oficiais do navio e do Geólogo Chefe da expedição John Parianos.



Figura 13: Presidente de Kiribati, Anote Tong observando um nódulo polimetálicos apresentado pelo Geólogo Chefe John Parianos.

### **Campanha CCZ15 da TOML**

A campanha CCZ15 da TOML foi realizada com o objetivo de quantificar e entender de forma efetiva as estimativas e abundâncias de nódulos polimetálicos nas áreas das quais a TOML tem direito de exploração junto a ISA, assim como as características de Meio Ambiente através de coleta de sedimentos e perfis de foto e vídeo para identificação de mega e macro fauna.

A campanha foi realizada durante os meses de julho a outubro e teve como principal equipamento a aquisição de sedimentos e nódulos polimetálicos através do Box Corer. Ao todo foram realizados os seguintes levantamentos em cinco diferentes áreas na região de Clarion-Clipperton sendo eles:

- Box Corer
- Dragas de Arrasto
- Perfil de Foto e Vídeo (Neptune)
- Sonar de Varredura lateral e Sísmica de Alta resolução (MAK M1)
- Perfiladores de Coluna d'água (ADCP e MAPR)
- Fundeio para Monitoramento (Mooring)
- Coleta de água com garrafas do tipo Niskin acopladas ao Box Corer.
- Medidas geotécnicas de resistência do sedimento (Vane-Shear)

## COLETA COM DRAGA TIPO GALATEA

O programa de dragagem da campanha CCZ15 da TOML teve como finalidade a coleta de amostras para testes metalúrgicos, incluindo todas as análises químicas de rochas possíveis.

A localização das amostras foi selecionada de forma a assegurar que as amostras fossem coletadas em cada uma das áreas contratadas. As dragas são os caminhos mais rápidos e efetivos para amostragem sendo essas medidas não quantitativas.

O processo de descida da draga no modo geral se deu da seguinte forma:

- A draga desceu a 0.5 m/s para os primeiros 200 m depois 1 m/s até o fundo, depois reduziu para 0.5 m/s até tocar o fundo do marinho.
- A recuperação foi realizada a 1 m/s até a superfície, sendo esta a velocidade máxima.
- O navio manteve uma velocidade padrão entre ~0.8-1.3 nós;
- A velocidade do guincho era baixa, porém não parada. O pinger era utilizado para estimar quando a draga tocava o fundo, a sua distância estava em 10 m, aproximadamente.
- Existem dois sistemas de pesos um no início e outro no final da draga para garantir que a mesma se mantenha no fundo durante o processo arrasto.
- A manobra utilizada para limpar a rede da draga entre os toques no fundo foi a seguinte: A cada toque de 1 minuto aproximadamente e depois suspendia a 0.7 m/s até 100 m a limpeza demorava uns 2-3 minutos antes de voltar ao fundo do oceano uma velocidade de 0.5 m/s.
- Eram realizados de 3 a 7 toques no fundo eram realizados dependendo do peso das amostras desejada.

### Procedimentos para coleta com Draga tipo *Galatea*

As dragagens que ocorreram durante a campanha CCZ15 tiveram como objetivo coletar amostras de nódulos polimetálicos em regiões previamente selecionadas baseadas na campanha que ocorreu anteriormente na região de CCZ no ano de 2013.

Foram planejadas quatro operações com dragagem em áreas diferentes, para maior detalhamento da área a ser dragada foram realizadas filmagens e perfis fotográficos com um equipamento denominado Neptune, o qual será descrito ainda neste documento. Toda a operação foi coordenada pela equipe da YMG, ficando a cargo da equipe TOML somente a definição da linha de amostragem e o processamento das amostras quando as dragas chegavam ao deck.

Os preparativos para a primeira dragagem ocorreram na segunda-feira, dia 2 de agosto, quando chegamos à área A da TOML na região de CCZ. Cada membro da equipe tinha uma responsabilidade e fomos informados que a primeira atividade neste setor seria a coleta de amostras com uma draga prevista para a madrugada do dia 3. Organizamos as etiquetas, sacos e baldes para a coleta e catalogação das amostras. Preparamos também um laboratório de fotografia para registro e catalogação das amostras coletadas.

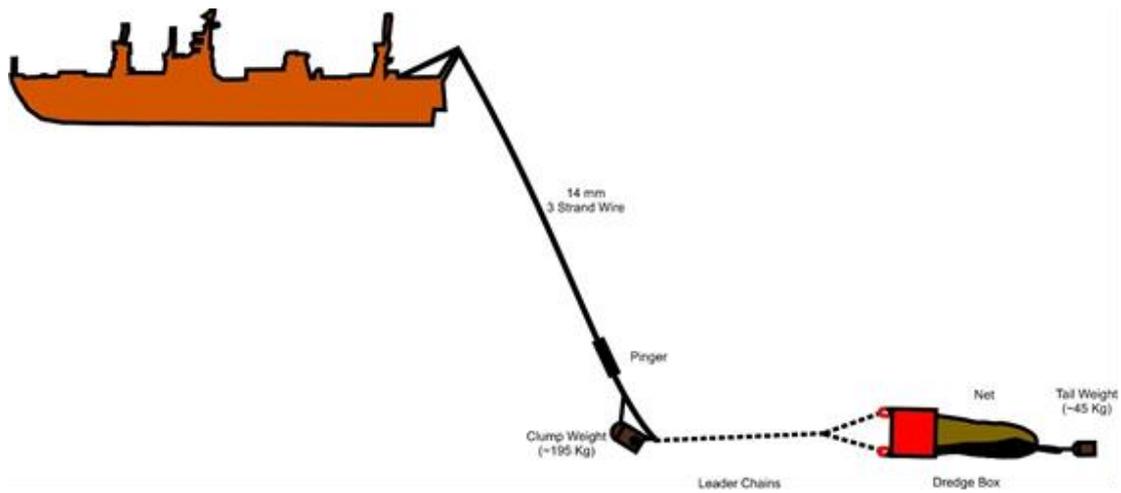


Figura 14: Modelo esquemático dos itens necessários para a aquisição de nódulos polimetálicos com draga de arrasto na campanha CCZ15 da TOML em 2015



Figura 15: Etapas básicas para coleta de amostras de nódulos polimetálicos utilizando draga de arrasto.

## Coleta da Draga D01

A primeira draga de arrasto denominada CCCZ15- DØ1 foi preparada e realizada no dia 3 de agosto, uma terça-feira de noite, sendo que na madrugada de quarta-feira dia 4 a mesma foi recuperada. Foram coletados 400 Kg de nódulos. Além dos nódulos foram diferentes tamanhos de dentes de tubarão e outros peixes, uma grande peça de crosta e alguns pequenos seres vivos como estrelas-do-mar, corais e um pequeno peixe. Um dente de tubarão chamou atenção pelo tamanho, os biólogos da equipe Russa acreditam que seja de um tubarão pré-histórico chamado Megalodonte ou tubarão branco-gigante que viveu no Oceano Pacífico cerca de 15,9 a 2,6 milhões de anos atrás, durante o Cenozóico (meio Mioceno até o final do Plioceno).

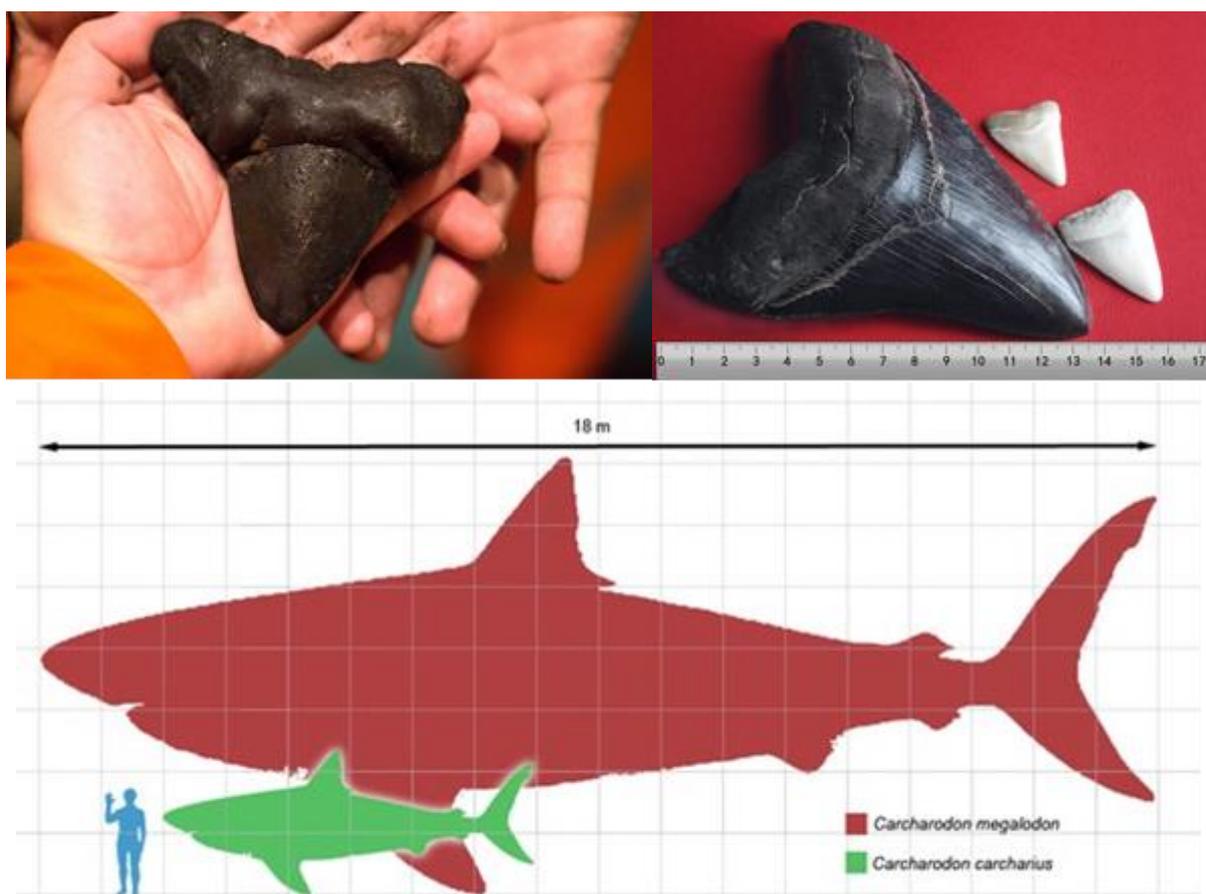


Figura 16: A figura da esquerda é o possível dente de um tubarão pré-histórico chamado Megalodonte ou tubarão branco-gigante que viveu no Oceano Pacífico cerca de 15,9 a 2,6 milhões de anos atrás, durante o Cenozóico (meio Mioceno até o final do Plioceno). Na figura da direita um comparativo com o tamanho do dente de um tubarão branco atual e na figura abaixo um esquema do tamanho entre as duas espécies de tubarão.

### Etapas da Operação da dragagem:

As etapas da coleta dos nódulos quando chegavam no deck do navio consistiam na pesagem, lavagem e coleta de nódulos característicos daquela dragagem e coleta de ossos, dentes e organismos, caso existisse.



Figura 17: Lona para limpeza e coleta dos nódulos e chegada da primeira draga ao convés.



Figura 18: Preparativos para a pesagem dos nódulos e liberação dos nódulos sobre a lona.



Figura 19: Análise e fotografia dos nódulos da draga e coleta de nódulos para análises laboratoriais.

### Etapas do processamento das amostras:

As amostras eram separadas e catalogadas. Eram feitos registros fotográficos e seleção de algumas amostras duplicadas para análise.

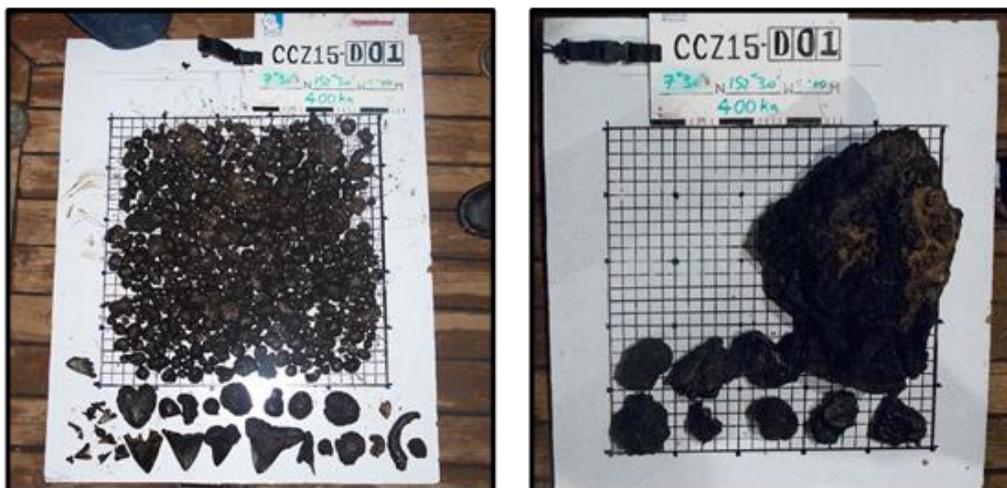


Figura 20: Fotografia dos tipos de nódulos coletados pela draga na região A. Nota-se a diferença nos tamanhos dos nódulos e também a ocorrência de vários tipos de dentes de peixes e tubarões e uma peça de crosta.



Figura 21: Dentes de tubarão, possivelmente dentes de um tubarão pré-histórico chamado Megalodonte ou tubarão branco-gigante que viveu no Oceano Pacífico cerca de 15,9 a 2,6 milhões de anos atrás, durante o Cenozoico (meio Mioceno até o final do Plioceno).



Figura 22: Ossos do ouvido interno de baleias e nódulos polimetálicos com formatos diferenciados.



Figura 23: Seleção de nódulos para análises de composição laboratorial. Os nódulos foram escolhidos de forma a caracterizar a maior parte dos nódulos coletados na região. Foram realizadas duplicatas entre algumas amostras para serem levadas para diferentes laboratórios.

### Coleta da Draga D02

A segunda draga de arrasto foi realizada na mesma área A da primeira draga, esta denominada CCZ15- DØ2 foi preparada na madrugada do dia 04 de agosto às 03:50 da manhã, horário do navio. Esta draga retornou ao convés às 09:00 da manhã, horário do navio, com um peso de 350 Kg de nódulos. Todo o processo de recuperação de materiais biológicos, nódulos e crostas foram repetidos como catalogação, registro fotográfico, armazenamento e condicionamento das amostras biológicas coletadas na draga.

Estas duas dragas superaram positivamente as expectativas do geólogo chefe John Parianos com uma abundância muito maior do que a esperada. Foram coletadas amostras duplicadas para análises em diferentes laboratórios uns na Austrália e outros na Alemanha. Após essas dragas no navio R/V YMG se dirigiu para a próxima área CCZ-B.

## Etapas da Operação da dragagem:



Figura 24: Retirada do pinger e do peso de 195Kg que mantinha a draga no fundo.



Figura 25: Recuperação da draga de arrasto e do peso de 45kg que a mantinha estabilizada no fundo oceânico.

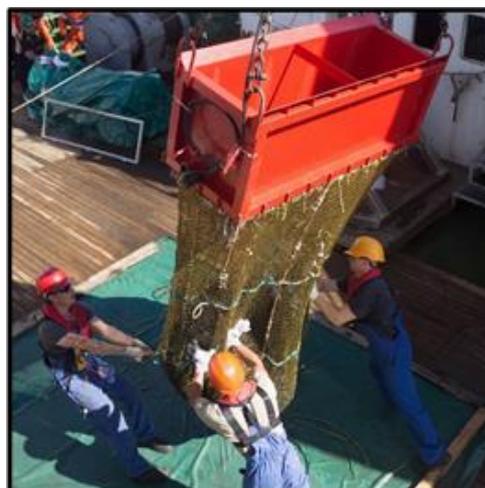


Figura 26: Preparativos para a pesagem dos nódulos e posicionamento para liberação dos nódulos



Figura 27: Liberação dos nódulos na lona para registro fotográfico e lavagem das amostras.



Figura 28: Coleta de nódulos polimetálicos, dentes de peixes e tubarões além de possíveis amostras biológicas para análises laboratoriais. Alguns nódulos foram separados em duplicatas para análises em diferentes laboratórios.

### Etapas do processamento das amostras:



Figura 29: Fotografia dos tipos de nódulos coletados pela draga 02 na região A. Nota-se a ocorrência de nódulos e também de vários tipos de dentes de peixes e tubarões.



Figura 30: Dentes de peixes e tubarões. Nota-se que alguns dentes estão envolvidos por nódulos polimetálicos.

### Coleta da Draga D03

A terceira draga foi implementada no dia 05 de setembro de 2015 ao meio dia, horário do navio o seu retorno foi no meio da noite. O peso da draga foi algo em torno de 700 Kg. Os nódulos draga 03 aqui na área de C foram bastante diferentes para os que tivemos na área A. Além de ser mais pesada, a amostra contém grandes quantidades de sedimentos, o que nos trouxe trabalho extra, pois tivemos que lavar todos os nódulos.

### Etapas da Operação da dragagem:



Figura 31: Pesagem dos nódulos e abertura da rede da draga sobre a lona.



Figura 32: Na primeira imagem nota-se a grande quantidade de sedimento; Tivemos que resolver os nódulos para em seguida lava-los com água salgada.

### Etapas do processamento das amostras:

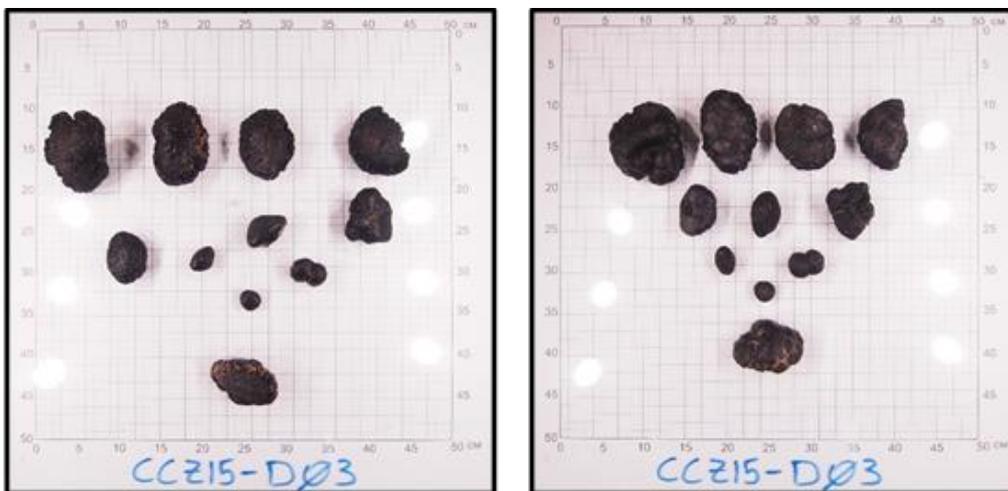


Figura 33: Seleção de algumas amostras do topo e base de nódulos da terceira draga

### Coleta da Draga D04

A draga quatro dos implementada no dia 27 de setembro, as 05:00 am na área D. Foram recuperados 530 Kg de amostras Os nódulos encontrados nessa draga foram relativamente grandes para o tamanho padrão que vínhamos coletando. Todo processo de catalogação, coleta de amostras e registro fotográfico realizados nas outras dragagem foram repetidos.

## Etapas da Operação da dragagem:



Figura 34: Pesagem dos nódulos e abertura da rede da draga 04 sobre a lona.



Figura 35: Coleta de algumas amostras e registro fotográfico das amostras.

## Etapas do processamento das amostras:



Figura 36: Catalogação dos tipos característicos de nódulos da draga 04, nota-se tamanhos diferenciados para a mesma área.

Ao final de cada coleta com a draga todas as amostras eram lavadas e armazenadas em grandes sacos de lona. Esse material seria usado para testes de químicos e metalúrgicos. Os sacos ficavam acondicionados em um canto de pouco movimento no deck externo do navio.



Figura 37: Sacos com os nódulos polimetálicos coletados pelas dragas na região de Clarion-Clipperton.

## **COLETA COM AMOSTRADOR *TIPO BOX CORER***

As amostras realizadas com Box Corer (BC) na campanha CCZ15 da TOML tiveram o objetivo de coleta de material para estimativas de abundância, coleta de material biológico para atender as especificações da ISA e medidas geotécnicas utilizadas no desenvolvimento de estruturas de coleta de nódulos polimetálicos pela TOML. Toda a programação de coleta com BC foi planejada com base em áreas selecionadas na campanha que ocorreu anteriormente na região de CCZ no ano de 2014.

As operações com BC ocorreram da seguinte forma:

- Lançamento e recolhimento eram realizados pela popa do navio utilizando um dos guinchos laterais do navio.
- O navio tentava manter o posicionamento a velocidade de deslocamento do navio era aproximadamente 0.3 a 0.7 nós dependendo da direção da corrente.
- O sistema de acompanhamento do BC era realizado através de um pinger de 12 kHz. Através dele era possível verificar se o BC havia ou não disparado.
- Após a chegada do BC no deck a equipe do YMG preparava o BC para que a equipe da TOML realizasse a coleta do material.
- Após a coleta de todo o material, o BC era limpo e lavado para a próxima operação.

Ao todo foram realizados pouco mais de 100 Box Corers sendo alguns desses sem sucesso em diferentes áreas. Toda a operação de manuseio do Box Corer foi coordenada pela equipe da YMG, ficando a cargo da equipe TOML a decisão de continuar ou não tentando coletar amostras (isso acontecia quando o BC não fechava por algum motivo), a coleta do material quando o Box Corer chegava ao deck, coleta da água e o armazenamento das amostras geológicas e Biológicas.

### **Box-corers utilizados**

Durante a campanha da TOML CCZ15 foram utilizados dois tipos de BC sendo eles:

- KC Box Corer, desenvolvido pela KC Denmark (80.740 code) e que possui 0.75 m<sup>2</sup>. Este BC continha um Rossetti com 12 pequenas garrafas Niskin de 300 ml cada.
- YMG Box Corer, construído pela YMG e que possui 0.25 m<sup>2</sup>. Este BC foi baseado no USNEL/Scripps desenvolvido nos anos 70.

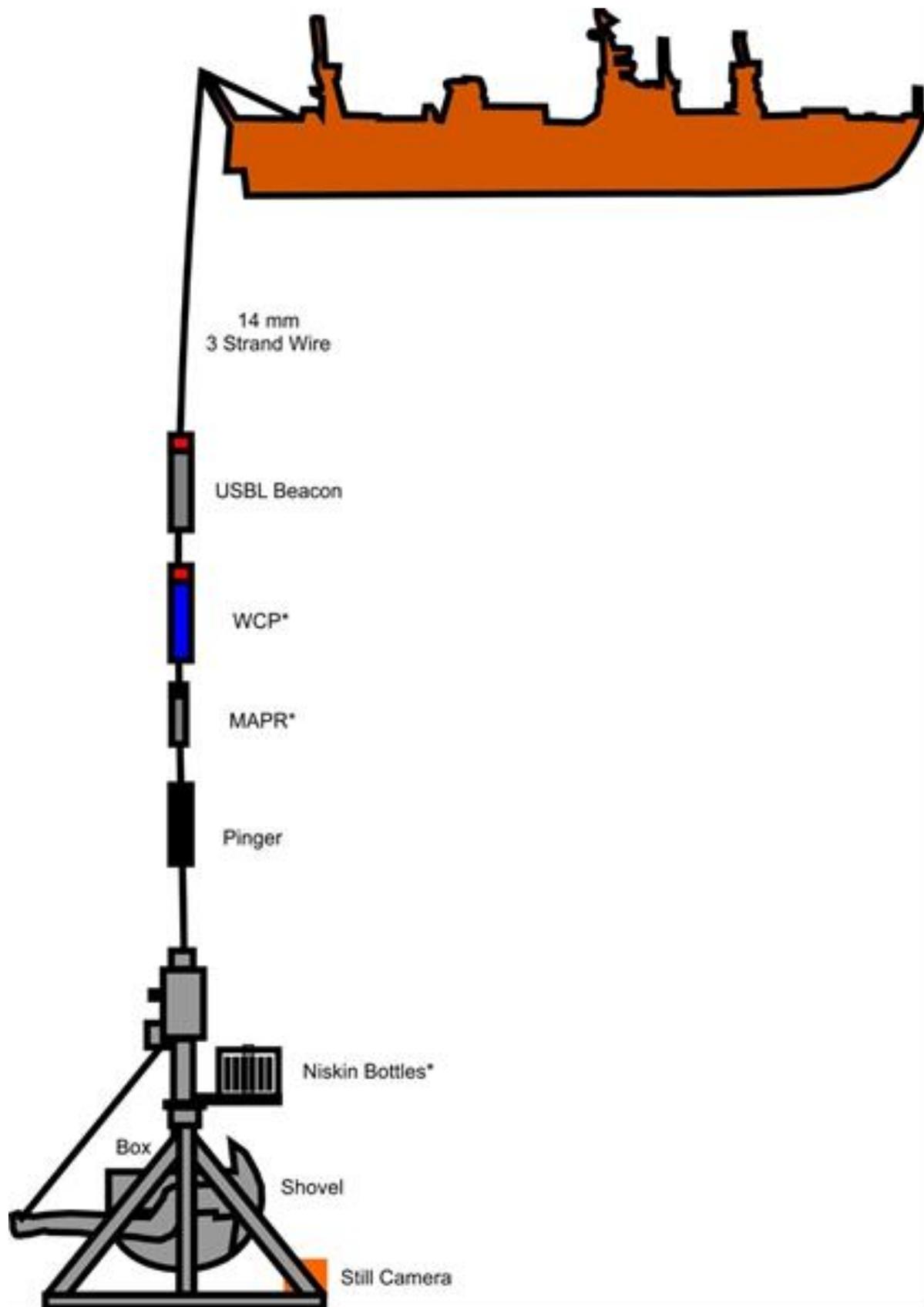


Figura 38: Modelo esquemático dois itens necessários para a aquisição de nódulos polimetálicos e sedimento do fundo oceânico com o Box Corer na campanha CCZ15 da TOML em 2015

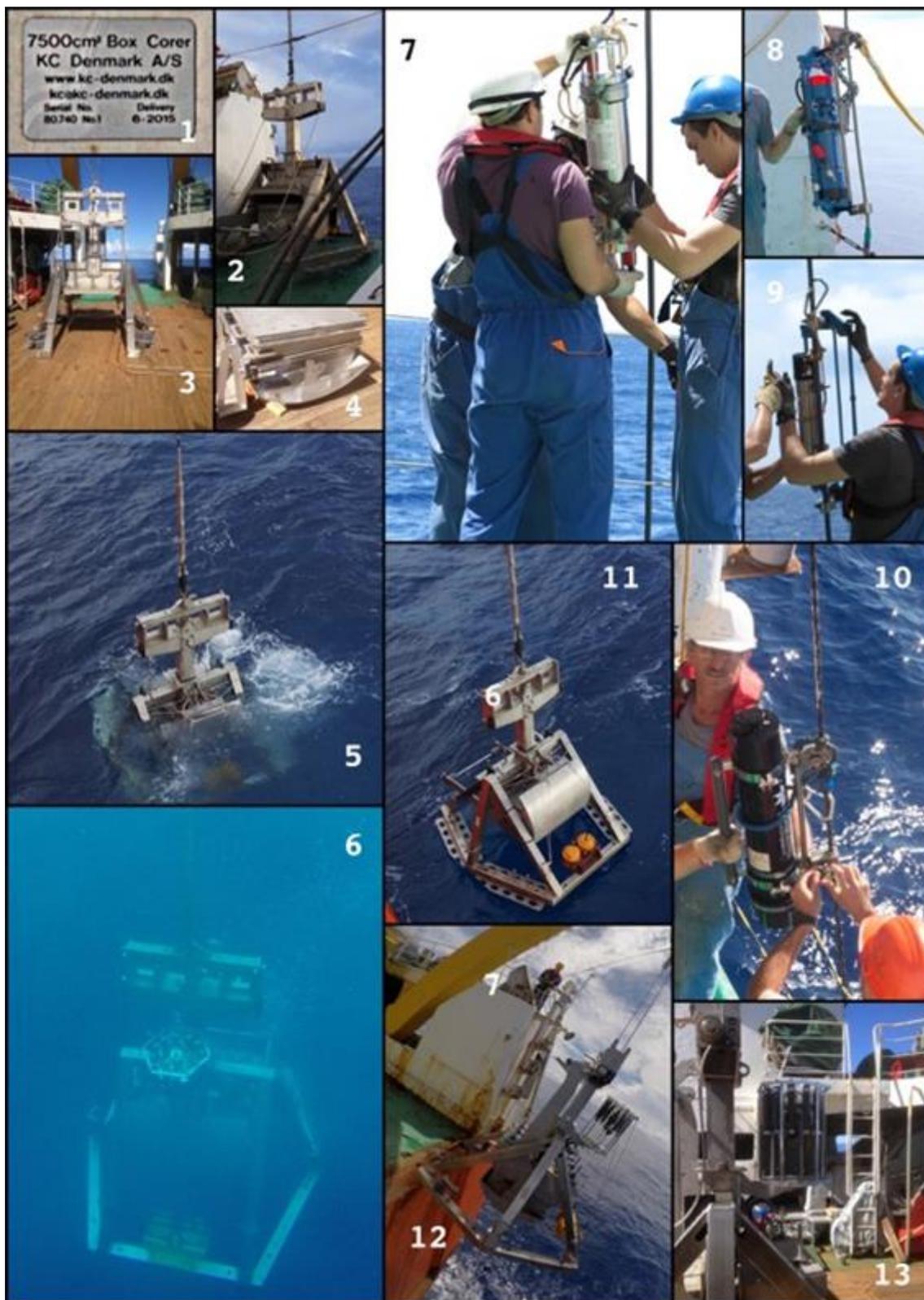


Figura 39: O Box Corer mais utilizado foi o KC Box Corer da TOML. Desenvolvido especialmente para a TOML para este tipo de trabalho. No Cabo do BC eram colocados perfiladores de coluna água, um USBL beacon e um pinger.



Figura 40: O Box Corer da YMG era utilizado quando o BC principal KC BC tinha problemas com a coleta do material. A cada vez que fosse necessário utilizar esse BC a TOML pagava pelo serviço extra da equipe que não estava incluído previamente no contrato do navio.

## Procedimentos para o Box-corer

A sequência de preparação, coleta e armazenamento das amostragens realizadas com o BC é apresentada na tabela:

Procedimentos	Responsabilidade
Preparação e fornecimento do plano de mergulho para o BC e Perfiladores para a empresa contratada.	Ciêntista Chefe da expedição
Implatação e Recuperação dos BC e dos Perfiladores	Chefe de Convés da empresa contratada.
Recuperação dos Perfiladores e dos dados contidos neles.	Coordenadores
Recepção dos tubos de amostras e amostras Biológicas.	Coordenador juntamente com sua equipe de pesquisadores.  Equipe do convés e/ou Equipe de Laboratório da empresa contratada
Recuperação das amostras das garrafas Niskin	Coordenador juntamente com sua equipe de pesquisadores.
Chegagem das Baterias	Coordenador juntamente com sua equipe de pesquisadores.
Preparação e organização da Folha de checagem do BC para a empresa cobntratada.	Ciêntista Chefe da expedição

Todos os registros fotográficos do topo do BC, amostras biológicas, dos nódulos, rochas diferenciadas, dados de Shear-Vane e da posição dos tubos de amostragem são descritos na folha de registro do BC, no momento da coleta. O peso das amostras de nódulos e crostas é registrado na folha de registro de peso. A sequência da coleta dos tubos de amostragem é estabelecida na tabela a seguir:

Procedimentos	Responsabilidade
Recepção e preparação do BC	Empresa contratada (equipe de convés) e o coordenador da expedição no turno.
Coleta das amostras de macrofauna e megafauna	Coordenador da expedição no turno.
Fotografia do topo do BC	Coordenador da expedição no turno.
Coleta das amostras de macrofauna e megafauna soltas.	Coordenador da expedição no turno.

Medidas com o <i>Shear-Vane</i>	Coordenador da expedição no turno.
Amostragem dos nódulos	Coordenador da expedição no turno.
Coleta das amostras de sedimento para amostras biológicas e químicas.	Coordenador da expedição no turno.
Coleta das amostras residuais de sedimento do BC para estudo geotécnico futuro	Coordenador da expedição no turno.
Limpeza dos tubos de amostra e das pás de coleta	Coordenador da expedição no turno.

## Contaminantes

Uma das grandes preocupações era a contaminação por metal que se dá através do contato de jóias de mãos como anéis ou pulseiras especialmente de ouro ou cobre, mas que também podem ocorrer por outros tipos de metais. Foi nos recomendado a não utilização de tais adereços nas operações de convés.

Em hipótese alguma se devem utilizar graxas de rolamento e solventes. Devendo evitar qualquer tipo de contato dos nódulos com caixas de metal, não sendo permitida a utilização cobre na confecção dos equipamentos.

## Pré-lançamento do Box-Corer

O preparo e armação do BC, bem com os itens de segurança são de responsabilidades da equipe de convés da empresa contratada.

O Coordenador da expedição no turno deve:

- Fornecer uma cópia do plano de mergulho do BC para o chefe de equipe do convés pelo menos 2 horas antes da implantação planejada.
- Fornecer e preparar qualquer equipamento para a empresa contratada pelo menos 15 minutos antes da implantação planejada. Sendo inserido no plano de mergulho do BC.
- Fornecer seu aval para a implantação imediata de equipamento.
- Ter um BC da empresa contratada sempre disponível como backup.

Após a Amostragem do Box-Corer

No regresso ao convés, e depois da amostragem for concluído, o coordenador da expedição no turno deve:

- Atribuir aos pesquisadores a limpeza dos tubos de amostras e demais equipamentos antes da passagem de turno.
- Completar todas as seções do plano mestre de mergulho para cada BC digitaliza-los e depositá-los na pasta mestre.

### Lançamento do Box Corer

No processo de descida do BC dois grupos trabalham juntos. O coordenador da expedição no turno, delega um pesquisador para acompanhar e observar o pinger na tela notando a distância do pinger ao corer box durante a implantação. Normalmente, a cada 20 minutos é registrado no Livro de Registro Pinger. Outro cientista é atribuído para a sala de guincho para observar o movimento do guincho e a tensão no cabo na hora em que o BC toca o fundo do mar

### Monitoramento do Box Corer - Guincho

Um membro da equipe do turno ficava na sala de controle do guincho. Existia um painel no qual se encontravam varias informações sobre o guincho. Um deles é o mostrador de tensão. Desta forma o membro da equipe da TOML poderia acompanhar quando um BC tocava o solo marinho e se a tensão após a recuperação era suficientemente alta para afirmar que ele havia disparado. Essa informação era transmitida via rádio para a sala do pinger que também confirmava o disparo. Se as duas equipes concordassem o BC poderia subir.

### Monitoramento do Box Corer - Pinger

O coordenador da expedição no turno tem a decisão de realizar um toque no fundo do oceano dependendo das observações baseadas nas informações do Pinger. Em geral a distancia entre o pinger e o BC é de 2 metros em média. Se não houve incremento nesta distancia significa que o BC não foi ativado.

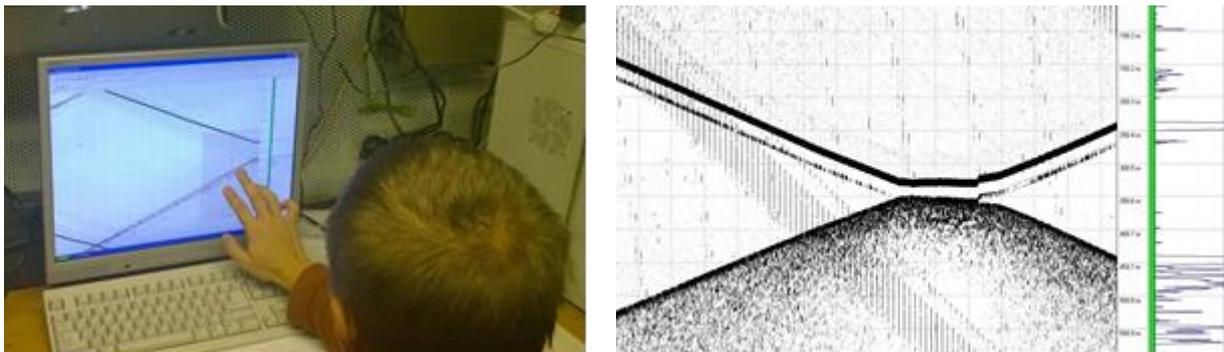


Figura 41: Monitoramento do Pinger (12 kHz). A linha do topo mostra a relação da altura do Box-Corer em relação a linha de baixo que é a reflexão do fundo mar. Captura de tela do Pinger e Box-Corer no instante em que o BC tocou o fundo do mar. É possível ver que o BC foi ativado e recuperou a amostra.

O retorno do sinal do Pinger fornece informações relevantes sobre as condições no fundo do mar, incluindo inclinações ascendente ou descendente, rugosidade e dureza do fundo figura a baixo.

## Chegada e tempo no fundo do mar

O operador do sistema do Pinger solicita ao operador do guincho para ajustar a velocidade e parar quando este toca o fundo do mar. O Pinger costuma ser posicionado entre 5 a 10 m acima do BC, com o mínimo de 3 metros.

Como o BC está descendo em direção ao fundo do mar, o operador do pinger, solicita ao operador do guincho que quando o BC estiver a 50 m do fundo do oceano o guincho seja travado para que o BC seja estabilizado por um minuto antes de tocar o fundo do oceano.

Uma vez que o BC toca o fundo o operador do Pinger solicita ao operador do guincho recolher o cabo e assim trazer de volta o BC para a superfície dependendo do coordenador do turno.

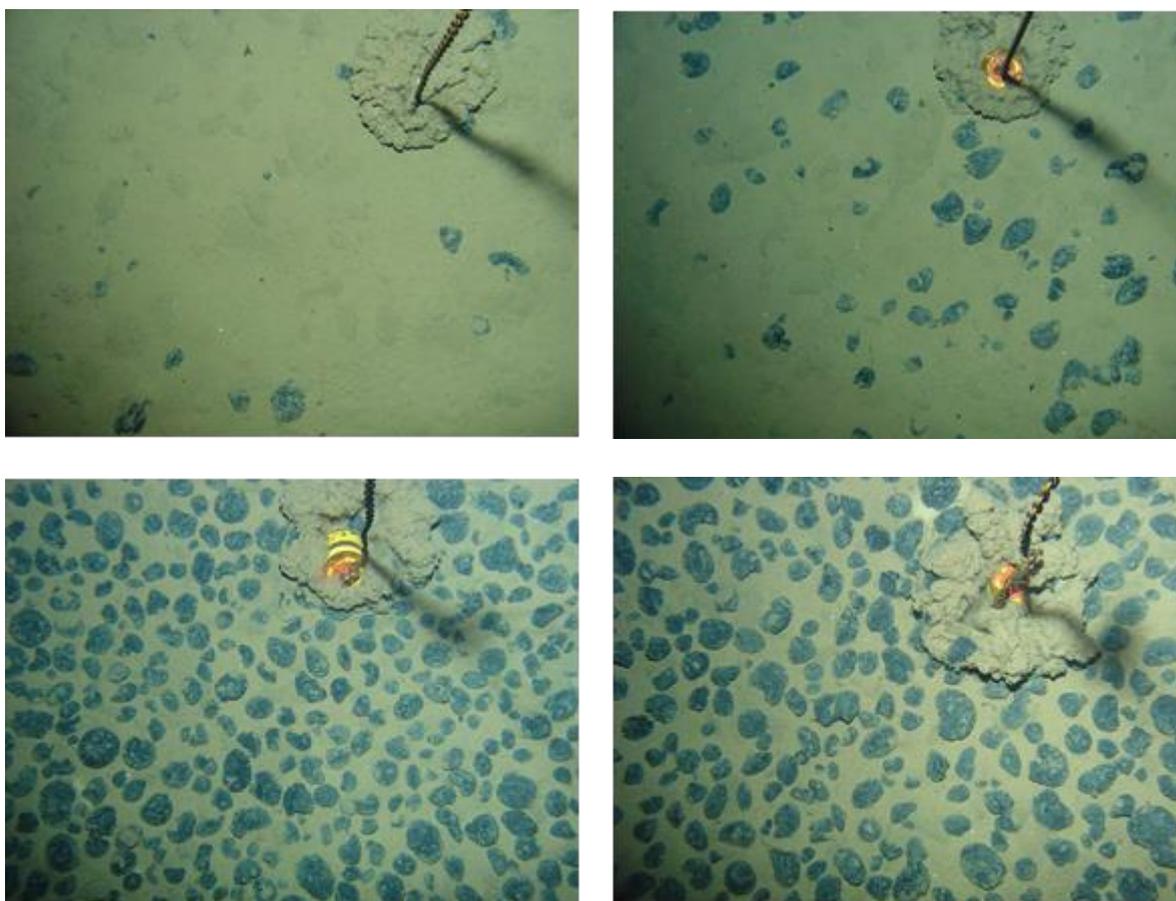


Figura 42: Variedades de ocorrências de nódulos polimetálicos, fotografias com a câmera do KC BC.

## Gestão e Processamento das Amostras do Box-Corer

Todos os registros fotográficos do topo do BC, amostras biológicas, dos nódulos, rochas diferenciadas, dados de Shear-Vane e da posição dos tubos de amostragem são descritos em uma folha de registro do BC, no momento da coleta. O peso das amostras de nódulos e crostas é registrado na folha de registro de peso.

A sequência de preparação, coleta e armazenamento das amostragens realizadas com o BC é apresentada na figura abaixo:



Figura 43: Fotografia dos tipos de nódulos coletados pela draga 02 na região A. Nota-se a ocorrência de nódulos e também de vários tipos de dentes de peixes e tubarões.



Figura 44: Fotografia dos tipos de nódulos coletados pela draga 02 na região A. Nota-se a ocorrência de nódulos e também de vários tipos de dentes de peixes e tubarões.

### Problemas ocorridos no Box Corer

Durante a campanha da TOML na região de Clarion-Clipperton CCZ15 ocorreram alguns incidentes com os Box Corers. O mais comum foi a Lamina do Box Corer capturar o peso (gatilho) do sistema fotográfico de fundo que por vezes vinha dentro da caixa.

Outro problema comum que ocorria era o Box Corer não capturar as amostras e algumas vezes tinha a necessidade de tocar o fundo mais de uma vez. O que ocorreu foi que em uma dessas tentativas o cabo que conduzia o Box Corer enrolou no crucifixo demandando um grande esforço da equipe do YMG para concerta-lo.

O mais inusitado de todos foi a perda de uma caixa do Box Corer da YMG. Ao retornar à superfície a equipe ficou surpresa em ver que a estrutura do Box Corer estava sem a caixa de coleta.

Todas vezes que ocorria algum tipo de problema com o Box Corer principal (KC Box Corer) o chefe científico tinha que decidir por usar o Box da YMG, porém o custo dessa utilização era muito elevado. Portanto todo o esforço era concentrado na utilização do Box Corer da companhia.

Por vezes o balanceamento do KC Box Corer não estava correto e isso ocasionava o funcionamento incorreto do mesmo.

Em uma sala anexa a navegação existia um sistema de monitoramento de descida do Box Corer através do pinger instalado a 50 m no cabo Box Corer. Ele nos informava quando o BC tocava o solo e quando havia ou não a coleta do material esperado. Existia também um acompanhamento na sala do guincho para ver se a tensão era suficiente e indicativa de coleta. Caso isso não ocorresse o coordenador do turno tinha autorização de fazer com que a equipe YMG tentasse novamente. Quando isso se tornava demasiado repetitivo o chefe científico era comunicado para a decisão final se continuava insistindo mais algumas vezes ou se iríamos para outro ponto.

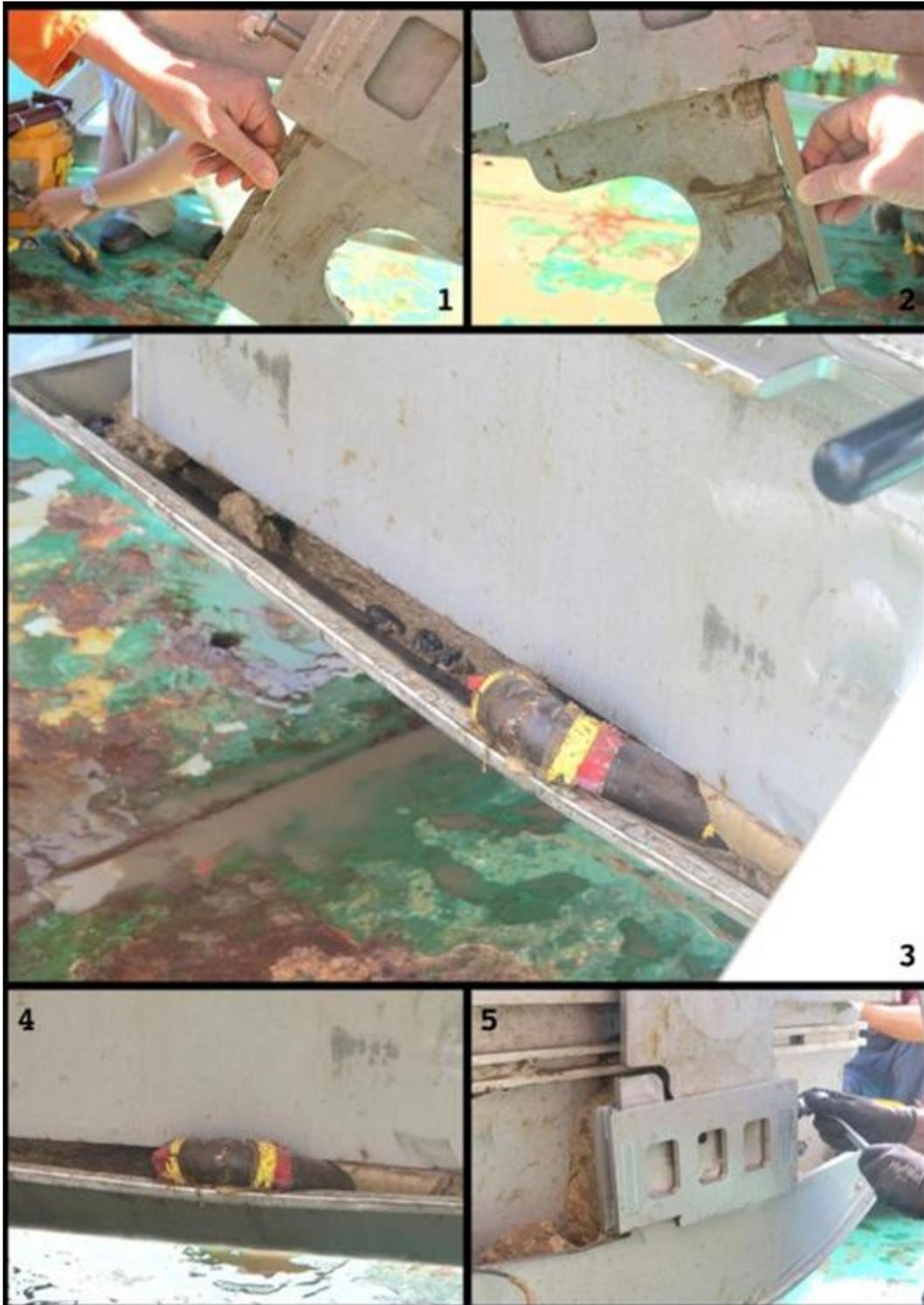


Figura 45: Detalhes do sistema de gatilho da fotografia do KC Box Corer que foi capturado pela lamina do Box Corer. Isso ocorreu ais de uma vez ocasionando perda de tempo e algumas vezes danificando o sedimento interno do Box Corer. Desta vez o dano foi maior, pois o “gatilho”deformou parte da lamina do Box Corer e também o sistema lateral de encaixe da caixa do sistema.



Figura 46: Detalhes do laço que aconteceu no KC Box Corer da TOML. A possível explicação para o ocorrido foi as diversas tentativas de tocar o solo marinho na tentativa de coletar as amostras o que ocasionou uma espécie de laço no cabo na região o do “crucifixo” do Box Corer.



Figura 47: A figura mostra a estrutura do Box Corer da YMG sem a caixa. Por algum motivo a caixa se desprende e foi perdida. A equipe de deck rapidamente colocou no lugar outra caixa de um Box Corer sobressalente. Segundo o chefe da equipe de deck isso só tinha ocorrido uma vez no passado.

## Levantamentos com Sonar de Varredura lateral e Sísmica de Alta resolução.

O sistema MAK-1M da YMG é um *deep towed* que foi trazido para a campanha CCZ15 primariamente para mapear e caracterizar o fundo marinho em detalhe com um sistema de side scan de 30 kHz e também com um sub-bottom profiler de 5 kHz utilizando um altímetro e um beacon USBL

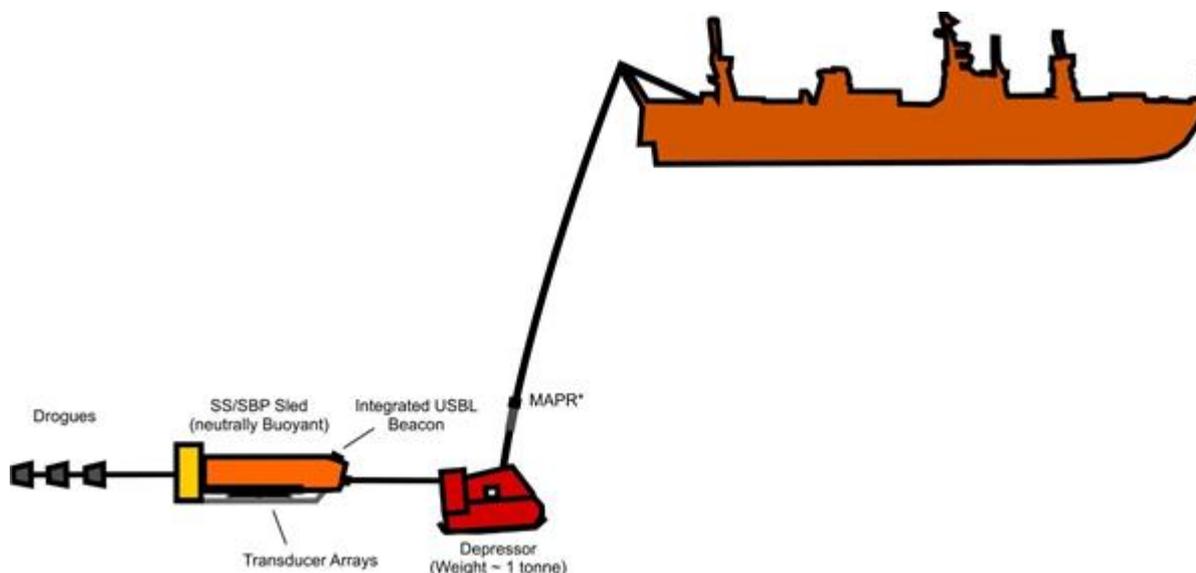


Figura 48: Esquema de aquisição de dados com o sistema MAK M1.

Tabela 8: Quadro de especificações técnicas de levantamento e capacidade do MAK M1

Especificações	
Tow fish neutral	buoyant, passively stabilized, 450 kg in air
Depressor	600 kg in air
Cable	10,000 m length, standard single coaxial, double armored
Tow depth	down to 6000 m
Tow speed	up to 5 knots (1.5-2.5 kn. typically)
Sea state	up to 6

A operação do MAK M1 seguiu a seguinte sequencia.

- O lançamento e recolhimento do MAK M1 era feito pela popa do navio. Eram colocados primeiramente o MAK M1 e logo em seguida um peso para estabiliza-lo no fundo, o mesmo possuía uma tonelada.
- O pré-planejamento das linhas do MAK eram realizadas de modo que o navio mantivesse uma velocidade padrão médio de 1.5 nós.
- O sistema de posicionamento era realizado através de um sistema integrado de beacon USBL de 12 kHz e um altímetro.
- O sistema MAK foi executado a uma altura de 100 m do fundo marinho. Sendo que a velocidade do mesmo era controlada em função qualidade do dado.

- O a equipe de levantamento e o passadiço compartilhavam a mesma tela de navegação no qual mostrava a posição do navio, tendo-se a preocupação de não se afastar muito metros da linha principal de aquisição.
- A equipe do MAK 1M processou os dados e gerou os produtos a bordo do navio YMG. Todas as informações foram entregues a bordo do navio.



Figura 49: Sistema de aquisição de SSS e SBP MAK M1 da YMG



Figura 50: Esquema de lançamento do sistema MAK M1. Na figura (1) são os sistemas MAK em laranja e o depressor em vermelho (1 ton). Içamento do MAK (2 e 3) colocação do sistema na água (4), içamento do depressor (5) e colocação na água (6).

## Sonar de Varredura Lateral - SSS

O sonar de varredura lateral foi utilizado para mapear e caracterizar áreas com indícios de ocorrências minerais. Essas áreas serviram como áreas piloto para futuros testes da TOML e o mais breve possível torna-se uma área comercial. Essas áreas são denominadas de Priority Mining Areas (PMA) na terminologia da ISA. As suas configurações são dadas a seguir:

Tabela 6: Quadro de especificações técnicas de levantamento e capacidade do do Sonar de varredura lateral do sistema MAK M1.

Description	HR-SSS	MR-SSS
Frequency, kHz	100 kHz	30 kHz
Pulse length, ms	0.25 ms	1.0 ms
Horizontal beam width	1.5 deg.	2.0 deg.
Vertical beam width	60 deg.	60 deg.
Maximum swath coverage	600 m	3000 m
TVG	40 dB	40 dB

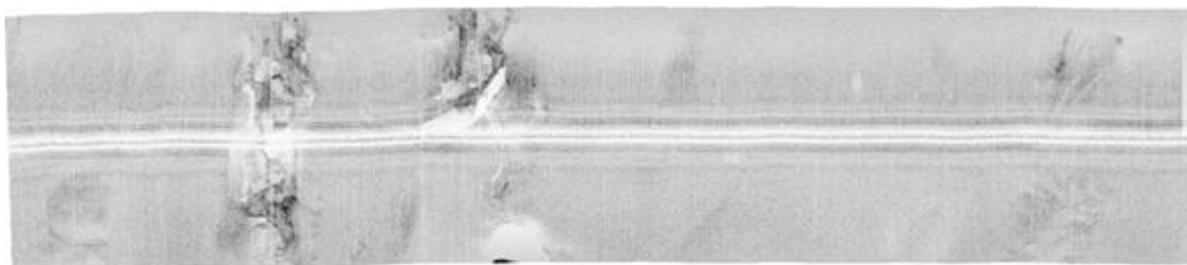


Figura 51: Exemplo de fundo capturado pelo sonar de varredura lateral do sistema MAK 1M

A seguir, um exemplo em detalhes deste tipo de levantamento. O campo B5338 da sub-área B1 é apresentado a baixo.

No campo B5338 e em outras áreas, feições observadas pelo SSS e SBP podem ser classificadas em cinco categorias:

- Textura relativa de cobertura, tamanho e abundância dos nódulos.
- Mapeamento dos obstáculos que no futuro podem atrapalhar as operações de mina
- Detalhamento da batimetria como mergulho e orientações desses mergulhos.
- Texturas e perfis relativos a os tipos de sedimento na região.
- Feições que podem implicar na história geológica local.

A cobertura do campo B5338 é consistente e está claramente correlacionada com o perfil de foto-filmagem realizado com o Neptune.

Os maiores obstáculos na região são as declividades a leste e os corpos a oeste do campo B5338, mas também existem áreas que podem impedir o sistema de mineração como

estruturas cárticas (pockmark) e afloramentos de basalto. Com exceção dessas regiões a superfície parece ser bem comportada.

O perfil de sub-bottom na região mostra um bom desenvolvimento típico da região de CCZ com sedimentos finos.

Na região nordeste existe formações de aproximadamente 1 km de diâmetro. Essas pockmarks parecem estar associadas à dissolução de carbonato sendo esta camada indicada pelo perfil de SBP.

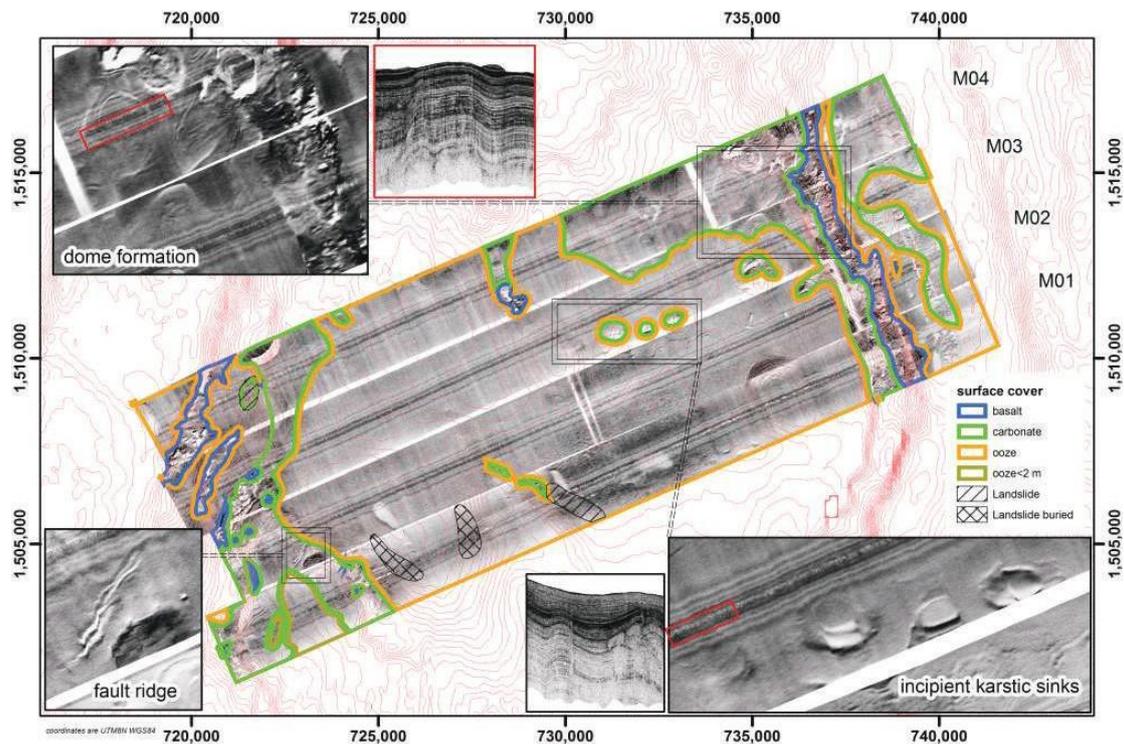


Figura 52: Mapa com o levantamento realizado com o sonar de varredura lateral e a interpretação geológica do campo B5338, área B1.

### Sísmica de Alta Resolução - SBP

O sub-bottom profiler é um método de imageamento de sub-superfície. Com esse equipamento é possível compreender a disposição das caldas e como falhas e as feições de fundo caracterizadas pelo sonar de varredura lateral são correlacionadas conforme a figura a seguir:

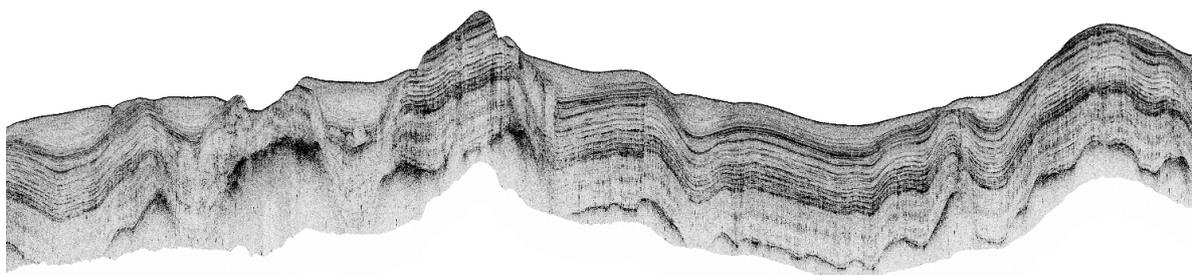


Figura 53: Perfil sísmico de Sub-Bottom Profiler (SBP) originado pelo MAK M1. Penetração acima de 150 metros.

O sistema MAK 1M é composto por um sistema de Sonar de varredura lateral e um perfilado de sub-fundo sendo as características do sensor do SBP dada a seguir:

Tabela 9: Quadro de especificações técnicas de levantamento e capacidade do sub-bottom profiler do sistema MAK M1.

Description	Sub-bottom Profiler
Frequency, kHz	50 kHz
Pulse length, ms	0.3 ms
Horizontal beam width	-
Vertical beam width	45 deg.
Maximum swath coverage	150 m
TVG	20 dB

Os levantamentos de SBP foram realizados com o intuito de compreender melhor a relação das elevações abissais, sendo a figura abaixo um resumo de alguns perfis com três tipos básicos de elevações abissais da região:

- GH são regiões que apresentam sistemas de graben-horst mais acentuados.
- UH são regiões intermediárias e que são menos rugosas que GH e que tipicamente incluem half-grabens.
- GU são regiões que mais suaves e que apresentam pequenas ondulações na superfície.

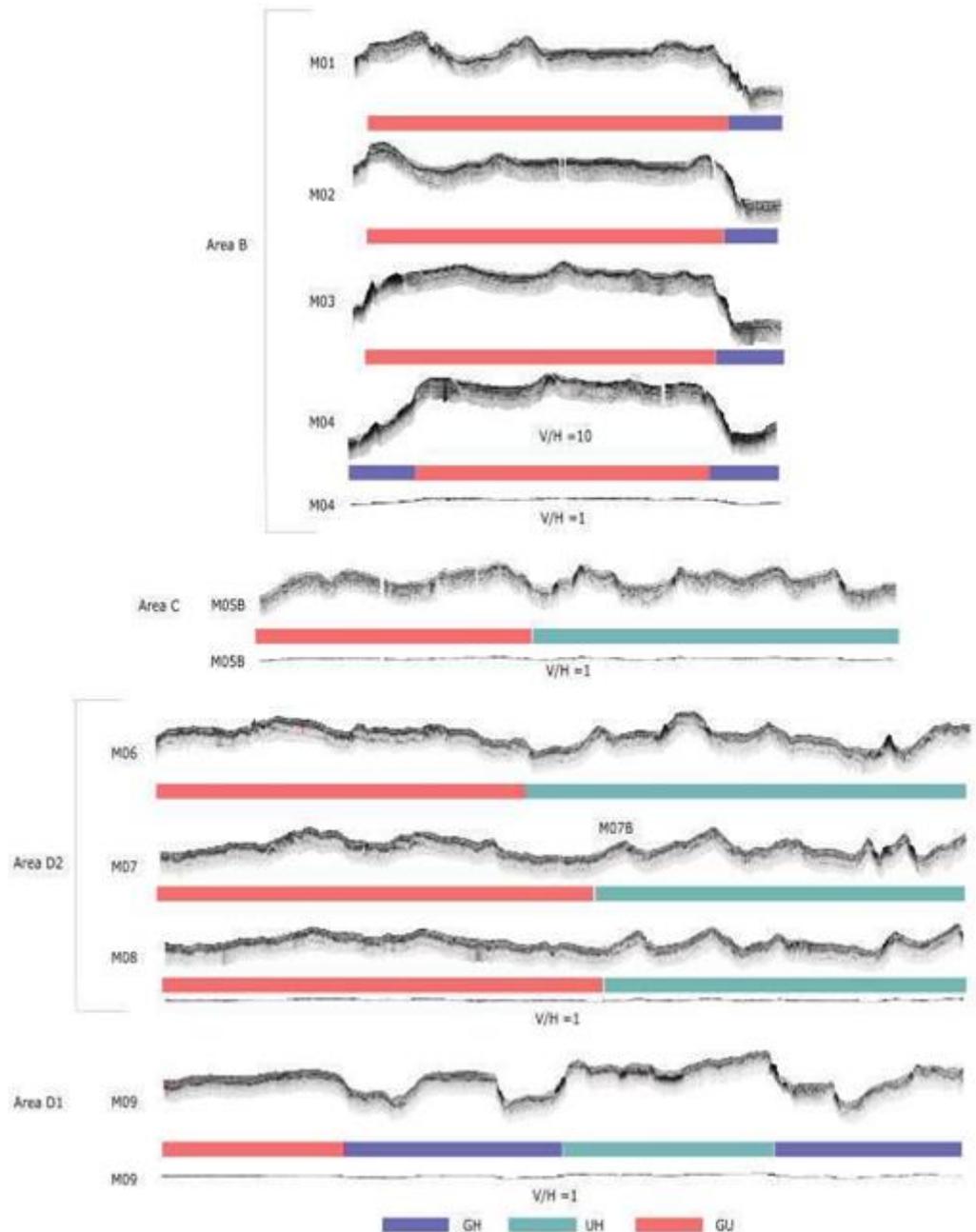
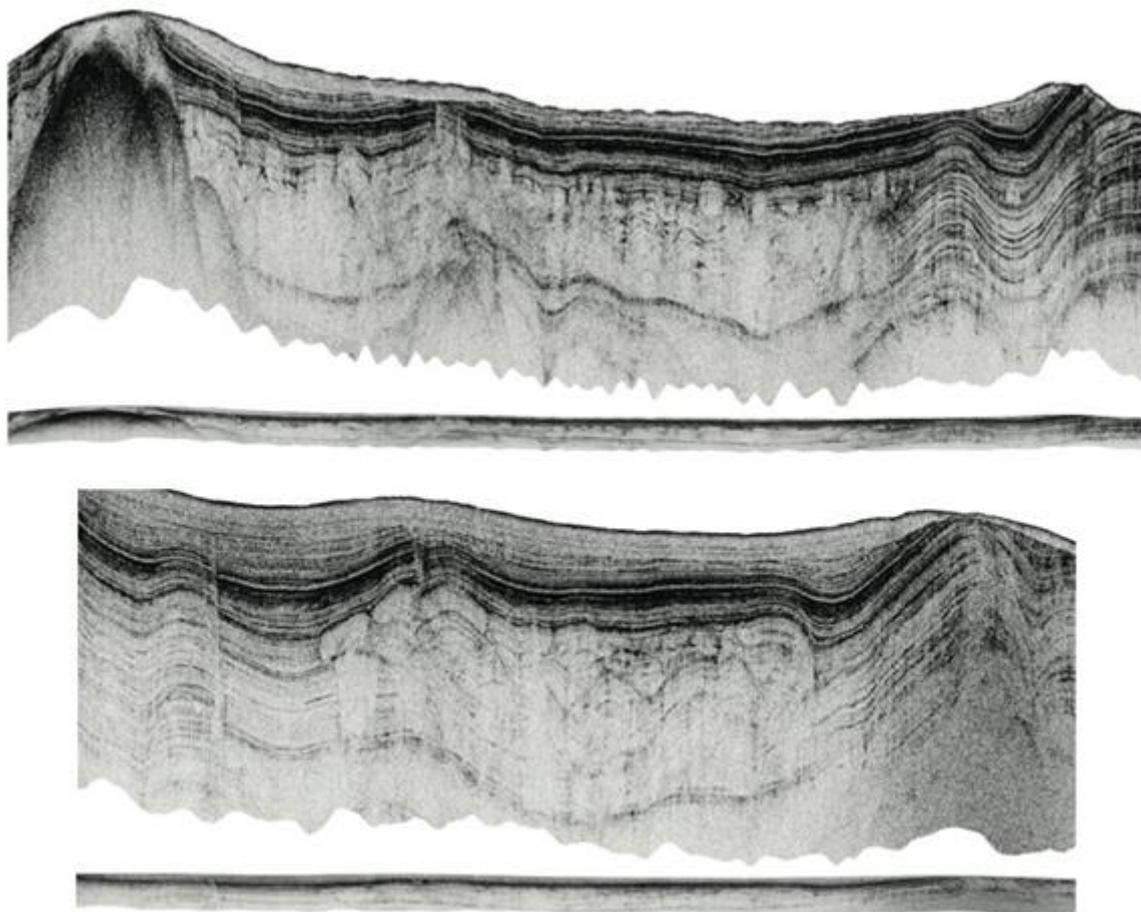


Figura 54: Classificação de elevações abissais a partir de perfis de SBP.

Outras feições geológicas podem ser identificadas pelo sub-bottom profile incluindo falhas, sistemas colapsos (provavelmente correlacionados por dissolução do carbonato conforme figura a baixo) e recentemente atividades ígneas incluindo diques e soleiras.



*Profile is about 100 m thick: CCZ15-M04\_(T), CCZ15-M03\_(B) each section pair is V/ H=10, and V/H=1*

Figura 55: Sistemas de falhas e colapso/dissolução na região carbonática.

## LEVANTAMENTO DE PERFIS DE FOTO-FILMAGEM

O registro fotográfico e de filmagem foi realizado por um equipamento denominado Neptune, desenvolvido pelos engenheiros russos da YMG.

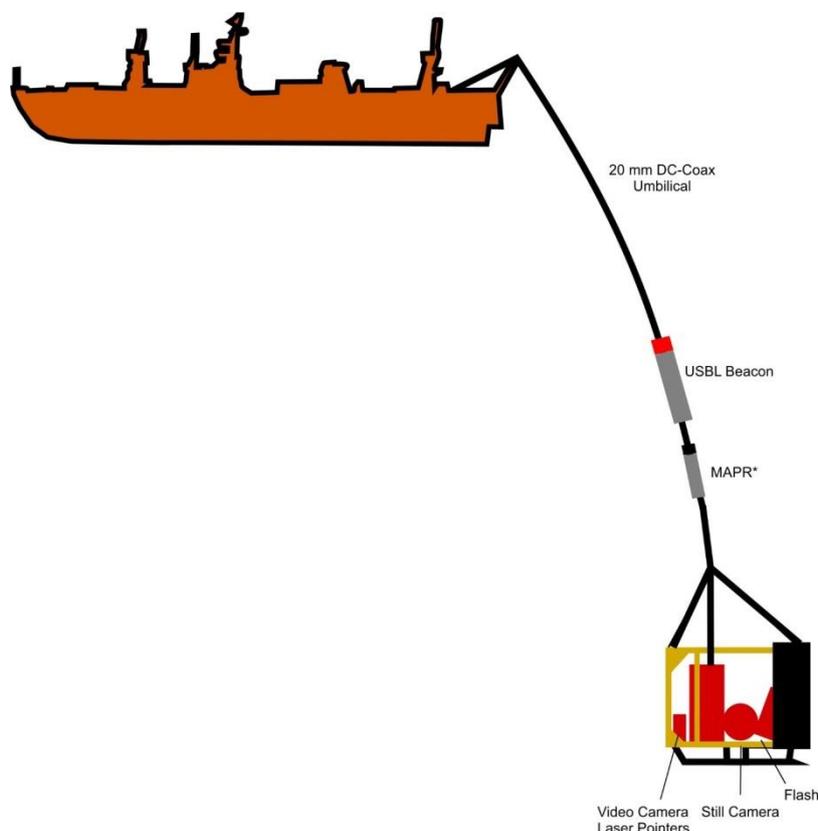


Figura 56: Sistemas de foto-filmagem Neptune.

O Neptune fornecia dados sobre a ocorrência, continuidade e abundância dos nódulos polimetálicos na região. Ele também proporcionava um entendimento do meio ambiente na área levantada uma vez que era possível observar mega-fauna e macro-fauna nas regiões estudadas sendo possível correlacionar as ocorrências com as coordenadas geográficas proporcionando um melhor conhecimento do habitat das espécies por regiões. O Neptune também fornecia informações importantes para a calibração do MBES e do Sonar de Varredura Lateral incrementando o entendimento do fundo marinho.

O lançamento e recolhimento do Neptune eram realizados na popa do navio através de um cabo umbilical coaxial. O sistema era colocado na água através de um guindo que era constantemente compensado pelas oscilações do navio (heave)

As fotografias eram realizadas automaticamente quando o equipamento atingia 3,5 metros do fundo ou a cada 30 segundos. As fotos e vídeos eram armazenados em um computador local e depois analisadas pelos pesquisadores a bordo do navio.

As linhas do Neptune eram pré-planejadas de modo a prevalecer o melhor resultado possível. A velocidade do navio raramente excedia 1,2 nós.

O sistema de posicionamento do Neptune era realizado por um bacon USBL de 12 kHz

A sala de navegação e o passadiço compartilhavam a mesma tela de navegação sendo que o navio não se afastava mais do que 1 km da linha planejada, basicamente o erro ficava em 500 m da linha planejada.

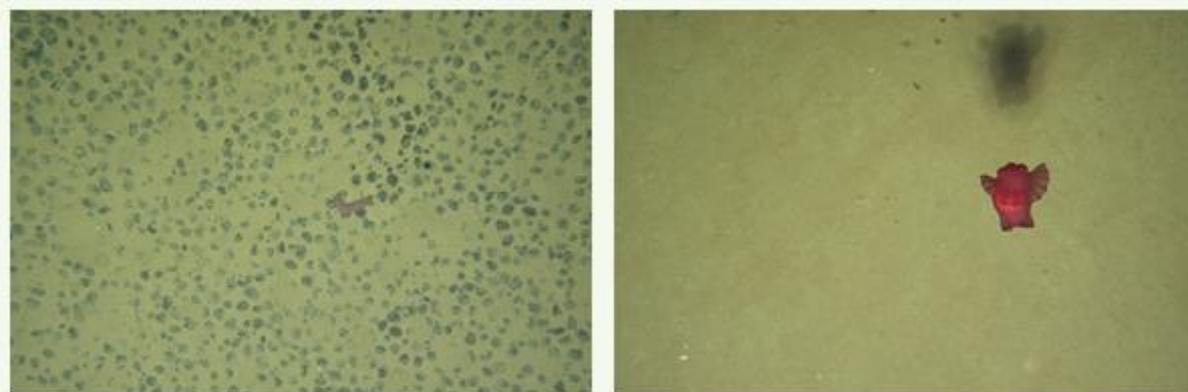


Figura 57: Fotos tiradas com o sistema Neptune. a direita um pepino do mar em meio aos nódulos polimetálicos e a esquerda uma espécie de pepino do mar que pode se deslocar nadando.

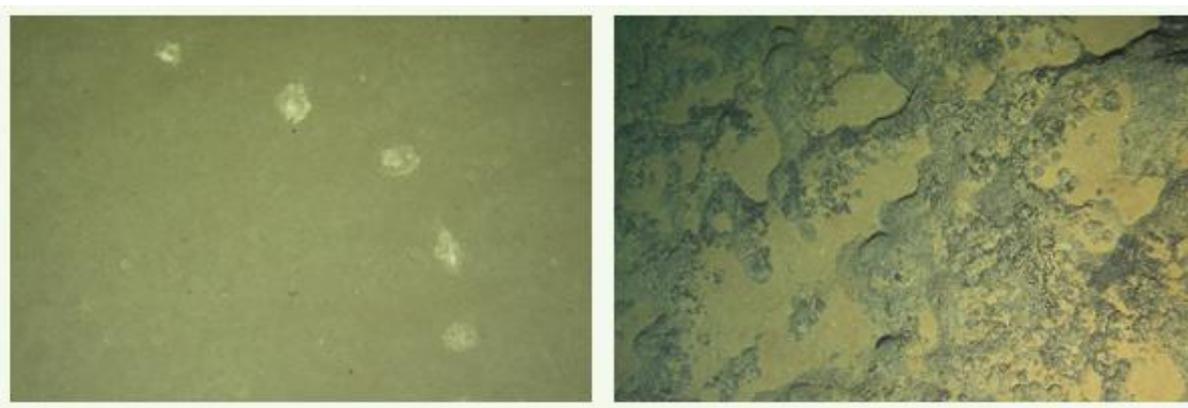


Figura 58: Fotos tiradas com o sistema Neptune. À direita ocorrências de pactos carbonatos e a esquerda ocorrências de crostas.



Figura 59: Sequência de lançamento do sistema de foto-filmagem Neptune. Checagem das luzes, laser de escala e câmera (1 e 2), lançamento do sistema na água (3 a 5) e colocação dos sistemas de posicionamento bacon (6) e perfiladores como o MAPR ou ADCP (7).

## **Análise das imagens do Neptune**

Diariamente enquanto o Neptune estava sendo executados, milhares de fotografias eram armazenadas no computador de registro. Ao fim de cada área levantada facilmente poderia se ter um arquivo com no mínimo 5 mil registros fotográficos. Notava-se certa dificuldade de identificação dos organismos do macro e mega-fauna. Foi então sugerido uma análise de todas as fotografias coletadas pelo Neptune a fim de desenvolver um catálogo das ocorrências biológicas nas áreas levantadas pela TOML.

Foram analisadas mais de 20 mil fotografias registradas pelo Neptune, com o intuito de catalogar todos os tipos de espécimes observados em cada região estudada. Todas as fotos foram processadas, editadas e equalizadas para se ter uma melhor qualidade das imagens.

O trabalho final foi de grande satisfação para o coordenador do projeto CCZ15 da TOML sendo apresentada em um Workshop Internacional proporcionado pela ISA na Bélgica no ano de 2016.

As imagens poderão ser vistas no anexo 6. Importante notar que todas as imagens são de propriedade intelectual e exclusiva da TOML - Tonga Offshore Mining Limited, sendo expressamente proibido qualquer tipo de divulgação das mesmas.

## SISTEMA DE MONITORAMENTO DE CORRENTES

Durante a campanha CCZ15, dois sistemas de monitoramento de correntes marinhas foram implantados, uma na área C (S01) e um na área B (S03).

### Mooring TOML

Os Moorings, como são chamados esses equipamentos são simples, não muito caros e possuem uma duração de até 2 anos de registro. O Mooring utilizado nesta campanha foi desenvolvido pela Sound Ocean Systems Inc.

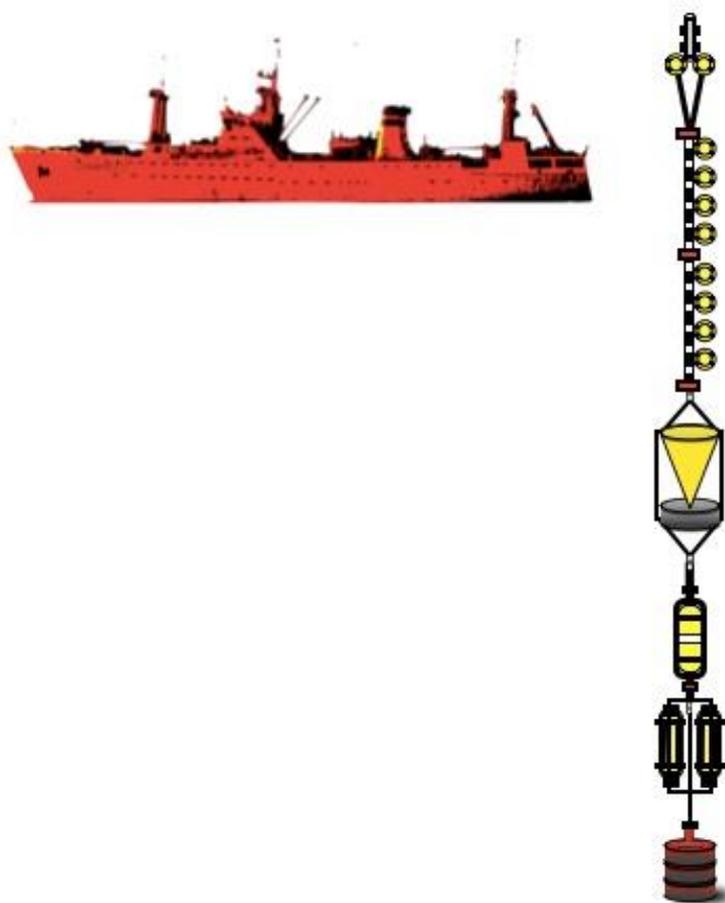


Figura 60: Figura esquemática dos componentes de uma boia de fundeio, sendo os principais as boias trapa de sedimento, ADCP e o liberador acústico além do peso para mantê-la fixa no local planejado.

Um Mooring é basicamente composto por um peso, um liberador acústico, um ADCP, uma trapa de sedimentos, um conjunto de boias, um flash e um sistema de localização via satélite, além é claro das cordas e componentes que fazem as conexões entre os equipamentos e os cabos que sustentam a estrutura.



Figura 61: Componentes de um sistema de monitoramento Mooring. O sistema é composto por um conjunto de Boias (1), um sistema de localização visual (Flash) e por satélite que fornece sua localização a cada hora (2) uma trapa de sedimento (3), um ADCP (4), um sistema de liberação acústica dupla (5) e uma âncora (6). Todo o conjunto é colocado na água nesta sequencia (7).

## Mooring Alemão

Após o fundeio de um dos nossos Mooring, recebemos um pedido de um instituto de pesquisa Alemão o qual, ao saber que nos encontrávamos na área, nos solicitou que resgatássemos um Mooring que estava já a alguns dias vagando pelo oceano. O chefe científico da expedição resolveu ajudar e nos deslocamos para a área onde o mooring

estava. Abaixo segue as fotos do resgate do equipamento. Importante notar que ao resgatar o Mooring Alemão o chefe científico pode utilizar o ADCP do mesmo para realizar as perfilagens nas descidas dos Box Corer já que o da TOML havia entrado água salgada e tinha sido danificado.

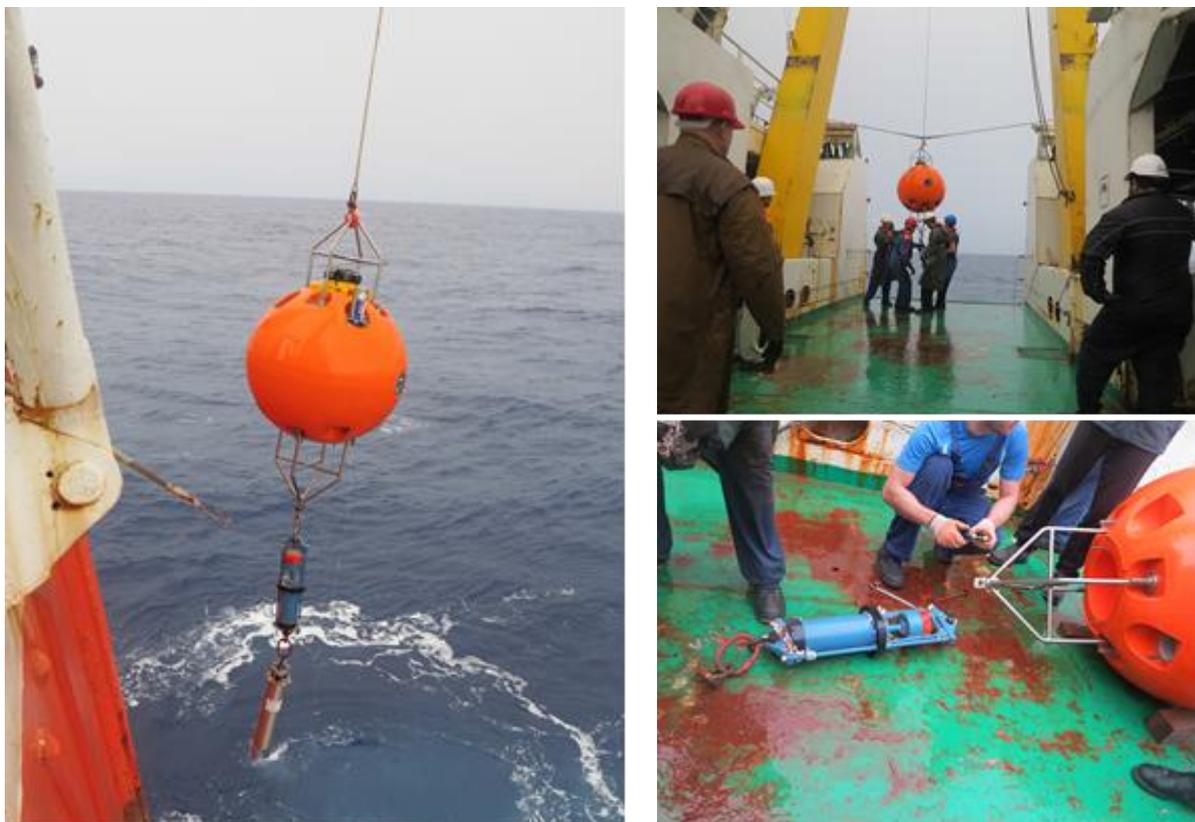


Figura 62: Resgate do sistema Mooring Alemão.

### Problemas ocorridos com o Mooring

Infelizmente o segundo Mooring fundeado foi por algum motivo liberado e teve que ser resgatado alguns dias depois. Esse Mooring foi fundeado em outro momento, logo após o R/V YMG retorna do Panamá para a região de Clarion-Clipperton.



Figura 63: Resgate do sistema Mooring da TOML que se desprendeu alguns dias após ter sido fundiado.

## LEVANTAMENTO DE PERFIS OCEANOGRÁFICOS

Os perfis oceanográficos eram realizados por diversos tipos de perfilhadores eles eram acoplados nos cabos que desciam os equipamentos com Neptune, Draga e Box Corer. A cada operação os perfuradores eram acoplados em posições previamente conhecidas estabelecendo assim um padrão.

### Perfilador/ADCP Aanderaa Seaguard

Inicialmente foram utilizados um Aanderaa Seaguard que infelizmente foi danificado pela entrada de água salgada e um MAPR ( Miniature Autonomous Plume Recorder) que foi o mais utilizado durante a campanha CCZ15 da TOML.



Figura 64: Modelo do Perfilador/ADCP Aanderaa Seaguard utilizado no início da campanha.

### Perfilador MAPR (Miniature autonomous plume recorder)

Durante a expedição CCZ15 os perfis de coluna d'água eram coletados como parte dos dados de meio ambiente para caracterizar os estudos das áreas da TOML e que fazem parte das recomendações feitas pela ISA e que podem ser encontrados com o seguinte título: Environmental Management Needs for Exploration and Exploitation of Deep Sea Minerals.

A maioria dos dados de coluna água foi coletada com o MAPR o qual possui os seguintes sensores:

- Temperatura (°C);
- Turbidímetro (NTU);
- Profundidade (m).

O MAPR era lançado durante as operações de Box Corer ou no cabo umbilical do MAK ou Neptune, todos 50 metros acima de cada aparelho. Quando o MAPR chegava ao deck ele era recuperado e levado ao laboratório para descarregar os dados.

Mais detalhes sobre a operação, manutenção e processamento dos dados do MAPR poderão ser encontrados nos anexos.



Figura 65: Modelo do Perfilador MAPR sendo retirado do cabo pelo qual os equipamentos eram lançados.

### **Problemas ocorridos com os perfiladores de coluna d'água.**

Nos primeiros dias o perfilador/ADCP Aanderaa Seaguard sofreu uma séria avaria. Após uma descida o mesmo foi comprometido pela entrada de água salgada. Como não possuíamos mais nenhum perfilado foi utilizado apenas o MAPR.

Com o passar dos dias o Chefe da Expedição recebeu um pedido da equipe de pesquisadores alemães que solicitava o resgate de uma boia de monitoramento (mooring) que estava a deriva há alguns dias na região. O chefe científico da expedição se propôs a resgatar o Mooring como favor a equipe dos pesquisadores alemães.

Mais tarde com o resgate do equipamento, percebeu-se que o perfilado utilizado pelos alemães era do mesmo modelo que a equipe da TOML tinha a bordo e que tinha sido danificado. O Chefe científico da TOML solicitou então aos alemães a possibilidade de utilização do Perfilador/ADCP Aanderaa Seaguard pela equipe da TOML. Os alemães aceitaram de imediato.



Figura 66: Perfilador/ADCP Aanderaa Seaguard do Mooring Alemão resgatado pela equipe da TOML na CCZ15 no Oceano Pacífico.

## LEVANTAMENTO DE DADOS DE GEOTÉCNICOS DO FUNDO MARINHO

O Vane-Shear é um equipamento geotécnico utilizado para estimar o grau de estresse que um determinado pacote de sedimento argiloso pode suportar. As Aquisições desses dados são relativamente simples, rápidos e proporciona um alto custo benefício. As medidas ficam comprometidas caso o pacote sedimentar investigado contenha silte ou areia. Em condições especiais o Vane-Shear pode ser usado em laboratório, entretanto é muito mais comum utiliza-lo em campo.

### Descrição do equipamento

O Vane-Shear é um equipamento geotécnico composto por uma haste com 4 laminas de aço inox que é colocada sobre o material que se deseja estudar.

Um kit de Vane-Shear de modo geral contem os seguintes itens:

- Um leitor do valor de estresse
- 2 chaves inglesas
- 2 tipos de laminas D20/D22x1000 mm
- 2 ou 3 tamanhos diferentes com os seguintes tamanhos: 19x38 mm, 25x50mm, 30x60mm, 75.8x151.5 mm
- Uma maleta para transporte

### Procedimento de medidas.

Na campanha da TOML as medidas foram tomadas em todos os Box Co- res em diferentes áreas do BC. Sendo que a coleta destes dados podem ser realizadas em superfícies abertas ou em um poço. Se as medidas forem feitas em um poço a profundidade deve ser maior que 3x que o diâmetro para que as medidas fiquem foram da zona de distúrbio do sedimento.

No R/V YMG na CCZ15 as medições ocorreram de seguinte forma:

1. O Box Corer Chega ao deko principal
2. Toda a água é drenada
3. Escolhem-se as áreas em que se deseja realizar as medições
4. Em Cada área são realizadas 5 medidas em profundidades diferentes de 5cm, 10cm, 20cm, 30 cm 40 cm e quando necessário o fundo do BC também era realizado uma leitura.
5. As leituras eram realizadas uma primeira vez torcendo o leitor lentamente até a resistência não ser mais suficiente para muda-lo.
6. Era então registrado essa primeira leitura
7. Havia uma nova leitura, agora com uma leve perturbação no sedimento ocasionado pela rotação das laminas.
8. Uma nova leitura era então realizada.
9. O procedimento era repetido 3x em diferentes áreas do BC.

## Padrões Internacionais para Vane-Shear.

- ASTM D4767 - 04 / ASTM D2573 - 08 Standard Test Method for Field Vane Shear Test in Cohesive Soil
- EUROCODE 7 (1977)



Figura 67: Vane-Shear é um equipamento que mede o grau de estresse do material coletado do substrato marinho através do Box Corer.

## AMOSTRAGEM DOS NÓDULOS

A amostragem dos nódulos era realizada na popa do navio. Quando o Box Corer chegava ao deck os nódulos eram fotografados em situ e depois removidos para serem pesados (Balança Wedderburn Marine). Esse procedimento acontecia três vezes:

1. Peso preliminar - Quando os nódulos eram retirados dos sedimento eram colocados em uma bandeja e a a medida do peso eram tomada ainda com os sedimentos.
2. Peso Lavado - Após esse processo os nódulos eram lavados com água salgada e depois eram pesados novamente.
3. Peso Drenado - Depois de alguns dias armazenados os nódulos eram pesados novamente. Os nódulos eram deixados em bancadas por 30-90 minutos a fim de remover a humidade contida neles e então eram pesados novamente.

Ao final esses nódulos eram colocados em sacolas etiquetadas com as suas características de coleta e armazenamos em baldes a fim de se fazer um transporte seguro dos mesmos já que nódulo possui grãos muito finos e que são desagregados com muita facilidade. A maior diferença entre peso de nódulos lavados e drenados foi na área F e ficou em torno de -1,86%.

O processo integral de coleta de nódulos envolvia as seguintes etapas:

1. Quando o BC chegava na popa os nódulos eram retirados, pesados, lavados e pesados novamente.
2. Após a segunda pesagem os nódulos eram levados ao laboratório para serem fotografados do topo em uma grade de 1cm x 1cm.
3. Todos os nódulos que continham fauna eram separados para fotografias individuais.
4. Após as fotografia os nódulos eram colocados em sacolas plásticas etiquetas com suas características de coleta.
5. A fauna coletada nos nódulos era separada e colocada em álcool ou formol, dependendo de qual parte do organismo se desejasse preservar.
6. Após alguns dias os nódulos eram deixados expostos para sacar a humidade.
7. Após a secagem duplicatas de nódulos eram realizadas para futuras análises.
8. Com o processo de secagem, confirmação do peso drenado e duplicatas os nódulos eram colocados em baldes etiquetados com características de suas respectivas áreas de coleta.
9. As duplicatas foram enviadas para a Universidade de Bremen, na Alemanha.

## AMOSTRAGEM SEDIMENTO-BIOLÓGICA

Os sedimentos eram coletados com a finalidade de coletas amostras de micro, meio e mega fauna, fauna dos nódulos e da água. As coletas foram realizadas de acordo com a norma técnica da ISA: No.10 “Environmental Management Needs for Exploration and Exploitation of Deep Sea Minerals”.

Além da análise biológica foram também; em coletadas a mostras para análises de química sedimentar, distribuição e tamanho de partículas além de características não usuais de sedimento que eram feitas esporadicamente.

Existia também a coleta de sedimentos residuais entre os três principais horizontes do BC e foram colocados em baldes de 20 litros.

Quaisquer nódulos enterrados ou outros objetos encontrados durante a coleta de sedimentos serão separados, anotados em uma ficha de registo de BC, ensacado e levado para um laboratório para registro e processamento destas amostras.



Figura 68: Processo de coleta do sedimento retirado do BC.

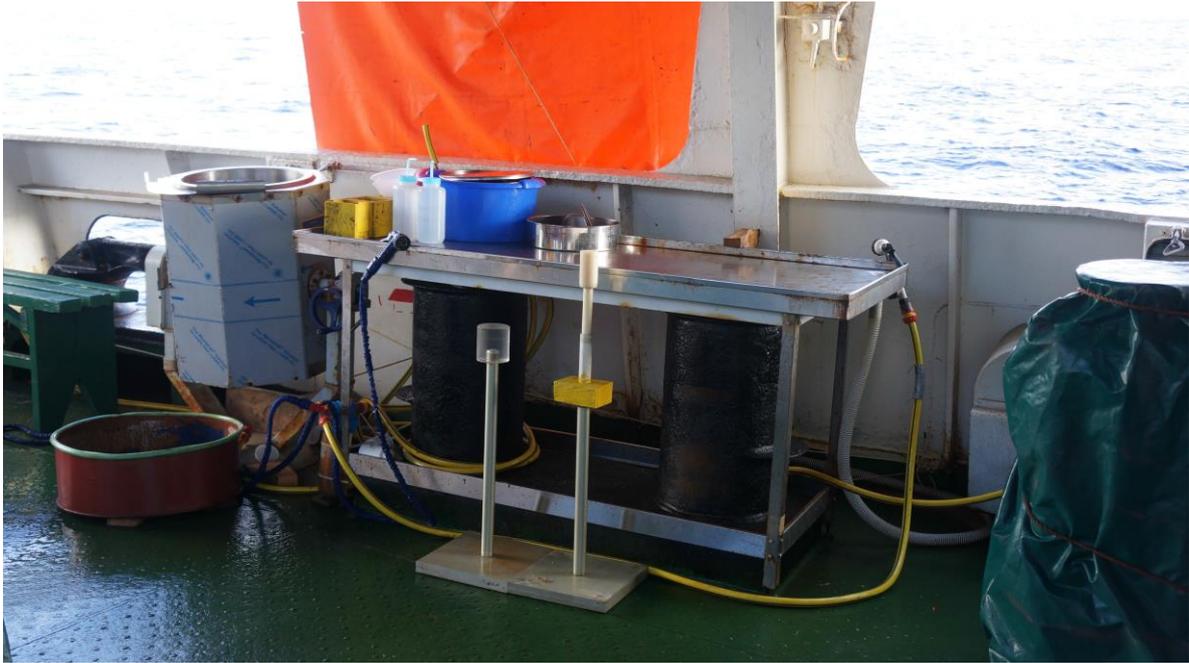


Figura 69: Local de preparo das amostras sedimento-biológicas.



Figura 70: Processo de “lavagem” e peneiramento do sedimento em busca de faunas.

## AMOSTRAGEM DE ÁGUA

A amostragem de água realizada durante a campanha CCZ15 foi realizada como parte da caracterização do meio ambiente no qual a TOML tem o dever de realizar através das recomendações da ISA contidas no documento: Environmental Management Needs for Exploration and Exploitation of Deep Sea Minerals.

As amostras foram coletadas através de garrafas Niskin em uma mini-rossetti anexada ao Box Corer. As garrafas continham 300ml e eram um total de 12 garrafas.

### Tipos de análises a serem realizadas

As amostras de águas coletadas foram armazenadas e refrigeradas para as seguintes análises:

- Total Metals (TM) - 125 ml sterilised Nalgene container – 1 ml of nitric acid added for preservation (on-shore analysis);
- Total Suspended Solids (TSS) - 1 L sterilised container (on-shore analysis);
- pH and Oxidation-Reduction Potential (ORP) - In-field measurements – approximately 150 ml required to obtain measurements.

As garrafas eram pré-programadas para abrirem em profundidades específicas a maioria das profundidades coletadas foram:

- 50 m
- 200 m
- 500 m
- 1.000 m
- 1.500 m
- 500 m do fundo
- 100 m do fundo
- 50 m do fundo

Quando o Box Corer chegava ao deck, as águas eram processadas dependendo do tipo de amostra coletada. TM e TSS eram coletadas com frasco esterilizado e refrigeradas a 4°C. As amostras de pH ou ORP eram levadas diretamente para o laboratório para análises. As amostras eram analisadas com o YSI Pro10 handheld multi-probe com sensores de pH e ORP. Eram realizadas 3 tipos de calibragem para as medidas de pH.

Para evitar qualquer tipo de contaminação nas garrafas devido a resquícios de sedimentos coletados em etapas anteriores o Box Corer era lavado ao fim de cada operação de coleta.

Todas as amostras coletadas foram levadas para Brisbane e de lá despachadas para SGS Cairns para as análises.



Figura 71: Coleta de água nas garras do tipo Niskin à direita e o laboratório a esquerda.

## TREINAMENTOS DE SEGURANÇA

Os treinamentos de abandono de navio e incêndio eram regulares. Isso nos preparou para uma situação que de fato, exigiu atenção e cuidado. No mês de outubro a sala de máquinas pegou fogo e um dos motores do navio quebrou. Percebemos que o treinamento foi importantíssimo e que nos preparam para pensarmos em como devemos agir em momentos como esses. Ficamos a deriva por quase 3 dias até o motor do navio ser concertado.

O acidente aconteceu de noite, por volta de umas 4 horas da manhã. Algumas pessoas não levantaram de imediato ao som do alarme. Após as pessoas terem sido informadas imediatamente subimos para sala de encontro, onde também eram realizadas nossas refeições. O imediato do navio nos conduziu para a proa do navio para aguardarmos com segurança até que a brigada de incêndio do YMG controlasse o incêndio.

A alimentação era basicamente batatas cozidas e peixe cru (sashimi de salmão), pão e chá.

O calor era intenso e o cheiro da fumaça nos camarotes e laboratórios incomodava bastante.

Durante todo o período do ocorrido a equipe da YMG se esforçou ao máximo para que houvesse uma solução e o navio voltasse a funcionar. Fomos informados que caso o navio não pudesse ser recuperado, uma fragata Francesa que guarnecia uma ilha na região iria nos resgatar.

A única comunicação durante esse período foi o telefone via satélite que ficou disponível para todos aqueles que quisessem falar com seus familiares.

Ao fim de quase três dias a energia do gerador foi reestabelecida e o motor voltou a funcionar, foi possível religar os condicionadores de ar e o navio voltou a navegar, porem com velocidade reduzida de 3 a 5 nós.



Figura 72: Treinamentos contínuos de alerta de incêndio e abandono de embarcação. Foram também realizados treinamentos e simulações de abandonar navio e tendo como opção o acesso as baleeiras e utilização dos coletes de imersão.

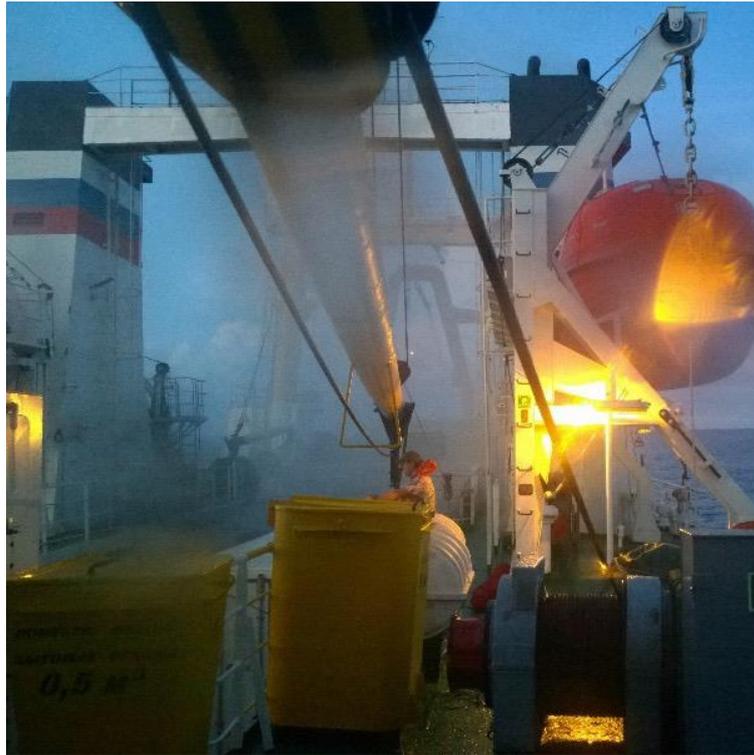


Figura 73: Fumaça no compartimento de maquinas



Figura 74: A equipe da TOML foi orientada a ficar na proa do Navio enquanto o fogo era controlado.



Figura 75: A equipe da YMG da brigada de incêndio combatendo o ocorrido

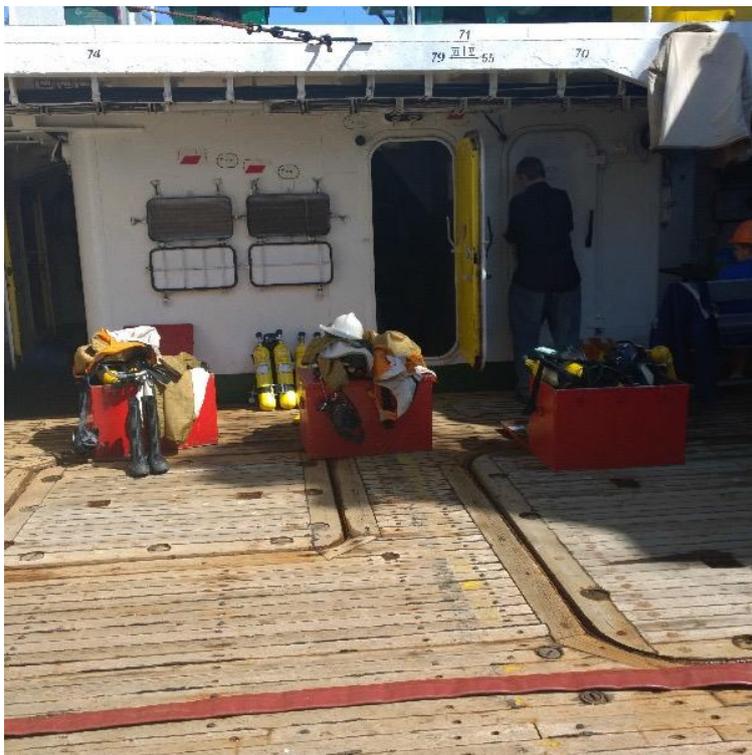


Figura 76: Material da equipe de brigada de incêndio da YMG, após o fogo ter sido controlado.

## MONTAGEM DE UM MINI-ESTÚDIO FOTOGRÁFICO PARA REGISTROS DAS AMOSTRAS GEOLÓGICAS E BIOLÓGICAS.

Durante a expedição CCZ15 da TOML a bordo do navio R/V YMG foi montado um mini estúdio de fotografia em um dos laboratórios secos do navio. Desta forma uma serie de procedimentos para registros fotográficos foram implantados sendo eles:

1. Registro Fotográfico de todos os tipos de organismos de mega e macro fauna coletados nas Dragas ou Box Corers;
2. Registro fotográficos de nódulos especiais que caracterizassem uma área dragada ou restos de animais como dentes ou ossos coletados nas dragas.
3. Registro fotográficos do topo e base de todos os nódulos capturados pelo Box Corer.
4. Fotos realizadas sobre um grid com células em centímetros.
5. Após as fotografias todo material era armazenado e acondicionado.



Figura 77: Exemplo de registro fotográfico de um Box Corer do topo e base dos nódulos coletados.



Figura 78: Detalhes de ocorrências biológicas nos nódulos recuperados através do Box Corer.



Figura 79: Detalhes de ocorrências biológicas nos nódulos recuperados através do Box Corer.



Figura 80: Detalhes de ocorrências biológicas nos nódulos recuperados através do Box Corer.

## CRIAÇÃO DE UM CATÁLOGO FOTOGRÁFICO SOBRE AS OCORRÊNCIAS BIOLÓGICAS APRESENTADAS EM UM WORKSHOP DA ISA NA BÉLGICA NO ANO DE 2016.

### Análise das imagens do Neptune.

Diariamente enquanto o Neptune adquiria milhares de fotografias que eram armazenadas no computador de registro. Ao fim de cada área levantada facilmente poderia se ter um arquivo com no mínimo 5 mil registros fotográficos. Notava-se certa dificuldade de identificação dos organismos da macro e mega fauna. Foi então sugerido uma análise de todas as fotografias coletadas pelo Neptune a fim de desenvolver um catálogo das ocorrências biológicas nas áreas levantadas pela TOML. Foram analisadas mais de 20 mil fotografias registradas pelo Neptune, com o intuito de catalogar todos os tipos de espécimes observados em cada região estudada. Todas as fotos foram processadas, editadas e equalizadas para se ter uma melhor qualidade das imagens.

### Análise das imagens das Dragas e Box Corer.

O mesmo trabalho foi realizado para o macro e mega fauna encontradas nas dragas e nos Box Corer que por ventura nos forneciam esse material. Todos os organismos foram fotografados, catalogados e preservados. A seguir serão apresentados todos os grupos de animais obtidos dessa análise em todas as regiões levantadas pelo Neptune e também nas dragas e Box Corers.

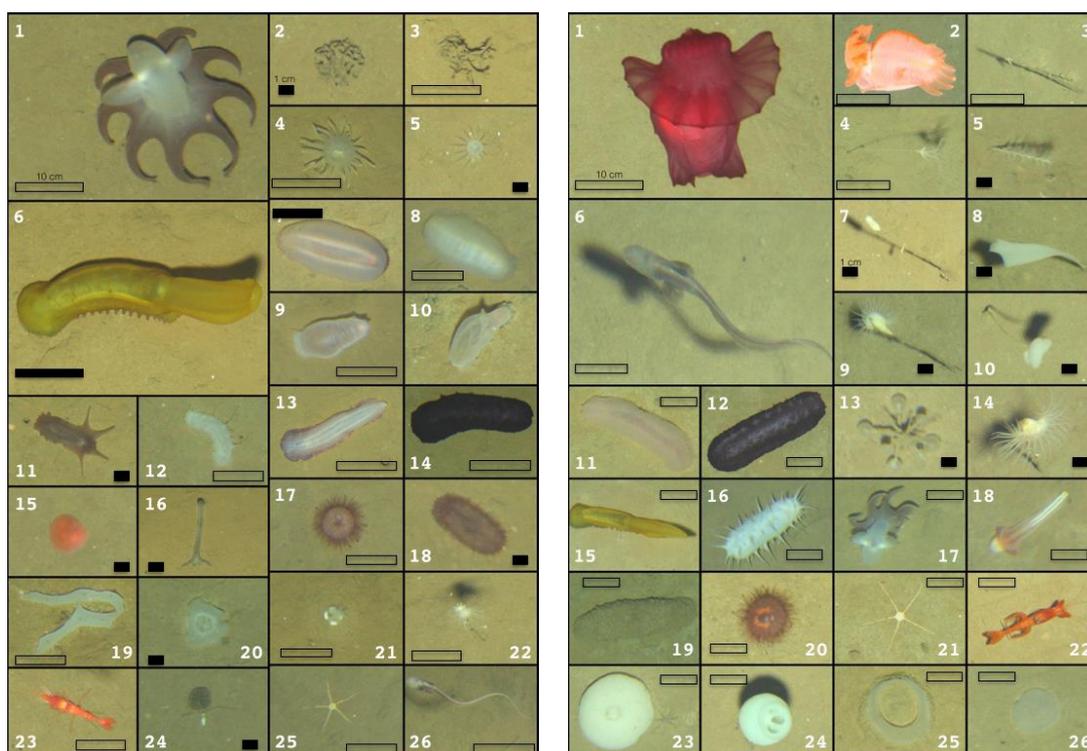


Figura 81: Macro e Mega fauna da região das Ilhas Phoenix e das Ilhas Line do projeto CCZ15 da OML. **IMPORTANTE:** Todas as imagens são de propriedade da TOML, expressamente proibida qualquer tipo de divulgação.

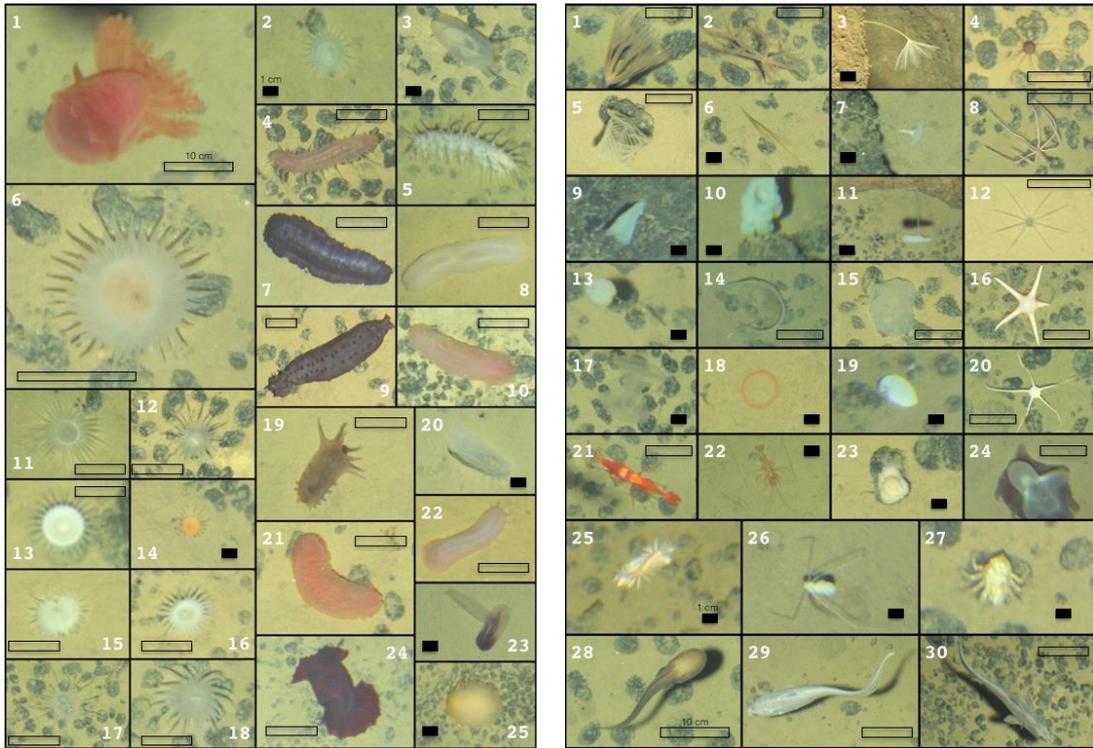


Figura 82: Macro e Mega fauna da área B\_1 e área B\_2 do projeto CCZ15 da TOML. **IMPORTANTE:** Todas as imagens são de propriedade da TOML, expressamente proibida qualquer tipo de divulgação.

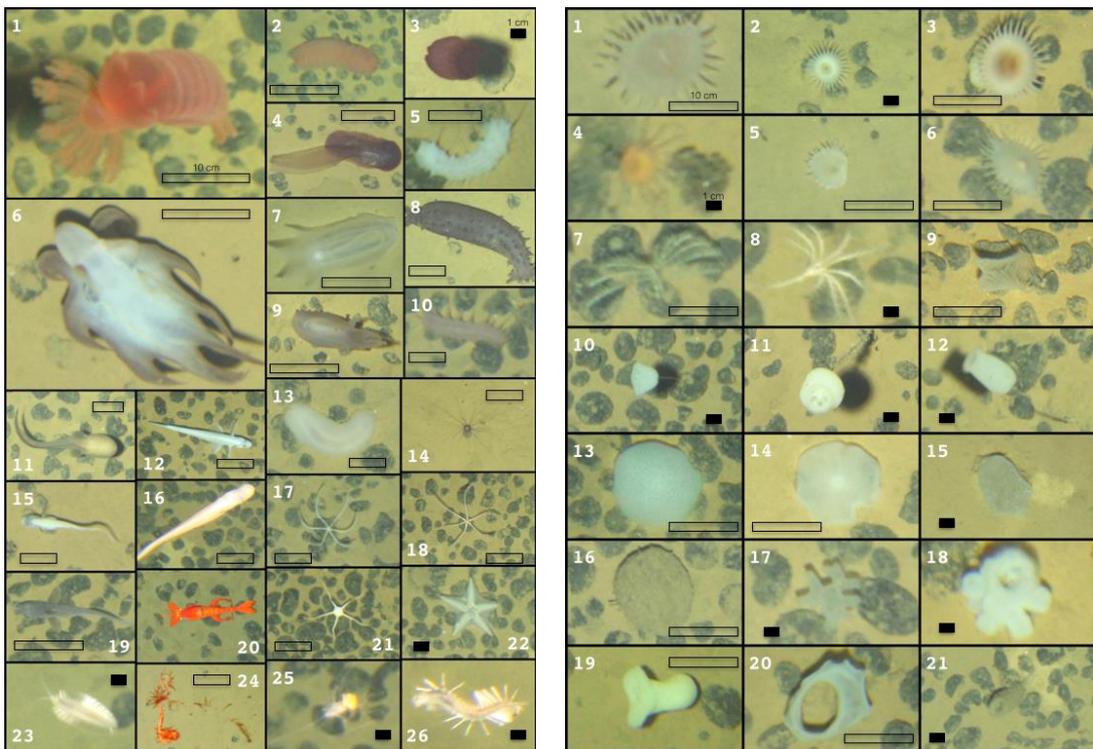


Figura 83: Macro e Mega fauna da área C\_1 e da área C\_2 do projeto CCZ15 da TOML. **IMPORTANTE:** Todas as imagens são de propriedade da TOML, expressamente proibida qualquer tipo de divulgação.

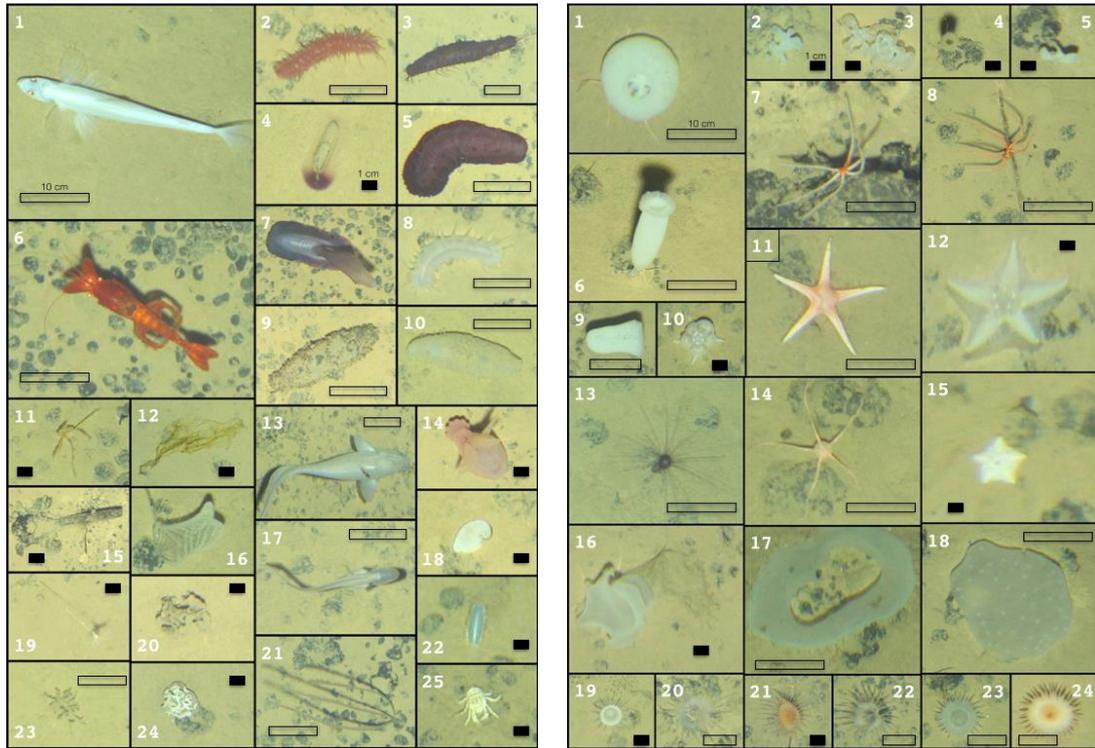


Figura 84: Macro e Mega fauna da área D\_1 e da área D\_2 do projeto CCZ15 da TOML. **IMPORTANTE:** Todas as imagens são de propriedade da TOML, expressamente proibida qualquer tipo de divulgação.



Figura 85: Macro e Mega fauna coletados nas Dragas e Box Corer do projeto CCZ15 da TOML. **IMPORTANTE:** Todas as imagens são de propriedade da TOML, expressamente proibida qualquer tipo de divulgação.

O trabalho final foi de grande satisfação para o coordenador do projeto CCZ15 da TOML sendo apresentada em um Workshop Internacional proporcionado pela ISA na Bélgica no ano de 2016.

## RECORD HISTÓRICO DE 3 CICLONES SIMULTÂNEOS CATEGORIA 4 NO OCEANO PACIFICO.

Durante a campanha CCZ15 da TOML, a bordo do navio R/V YMG a equipe foi surpreendida por uma ocorrência histórica, nunca antes registrada de 3 ciclones categoria 4 simultâneos no Oceano Pacífico denominados de Kilo, Ignacio e Jimena. O R/V YMG esteve mais próximo do Jimena.

Assim que recebemos o informe de que o ciclone passaria próximo do navio, todas as medidas de segurança possíveis foram tomadas. Todos os laboratórios foram desmontados e tudo foi amarrado com muito cuidado. Computadores, amostras e equipamentos foram acondicionados em locais seguros. O navio fechou todas as portas e foi proibido durante uns 2 dias a saída para a área externa.

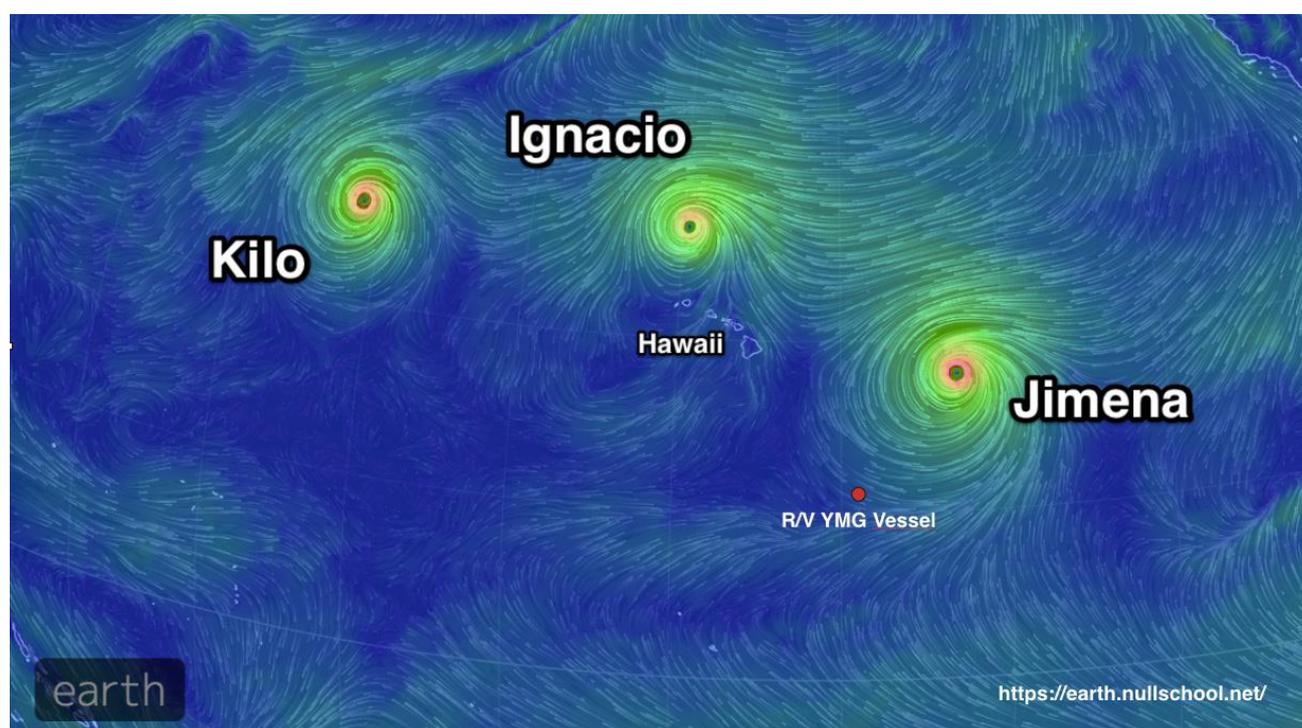


Figura 86: Record histórico no Oceano Pacífico de 3 ciclones categoria 4. Os ciclones foram nomeados de Kilo, mais a oeste Ignacio próximo do Havaí e Jimena mais a leste.

Informações detalhadas:

NASA: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/nasa-sees-a-tropical-trio-of-category-4-pacific-ocean-hurricanes>

## Conclusão

O treinamento no mar, proporcionado pela Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (ISA) foi extremamente relevante do ponto de vista técnico, profissional e pessoal.

Compreender os mecanismos de aquisição de dados geofísicos, geológicos e biológicos, processar essas informações e amostras acondicionando-as maneira adequada foi o principal ganho com este treinamento.

Apesar de o Brasil ter uma vasta experiência em estudos do mar, principalmente nas porções mais rasas, a pesquisa mineral marinha em águas ultra-profundas continua sendo um grande desafio. O conhecimento e a experiência de estar no mar por aproximadamente 100 dias, desde a região da Polinésia, cruzando o Pacífico até o Panamá, com certeza trouxe uma motivação ainda maior deste pesquisador a colaborar com o seu país e a sua Companhia no desenvolvimento destes estudos.

A presença de recursos minerais em águas ultra-profundas é conhecida há algumas décadas, depósitos de nódulos polimetálicos, crostas ferromagnesíferas e sulfetos polimetálicos são os grandes objetos de estudo de vários países ao redor do planeta, entretanto o estudo e entendimento desses sistemas continuam evoluindo também graças à preocupação com o meio ambiente. Os seres vivos da micro e mega fauna são um dos principais motivos para que esses estudos estejam avançando atualmente. Compreender como o meio ambiente interage nessas regiões e o potencial biotecnológico que esses estudos podem trazer contituen hoje um dos maiores desafios.

Com este treinamento eu pude trazer para o Brasil e para a CPRM, *Know-how* sobre o assunto relacionado à prospecção de nódulos polimetálicos. Metodologias de coletas geológicas, biológicas, equipamentos geofísicos, perfilagens oceanográficas, armazenamento de material geológico e biológico dentre outros, foram o ganho que tivemos com este treinamento. Em breve o Brasil se tornará uma potência na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para recursos minerais marinhos em águas-ultra profundas e, portanto devemos ter a consciência de que todo o conhecimento que pudermos desenvolver agora é crucial para que esse objetivo seja alcançado.

Atualmente o Brasil possui dois grandes projetos em áreas internacionais. O primeiro e mais antigo o PROERG estudo a Elevação do Rio Grande, local onde se encontram depósitos de crostas ferromagnesíferas. O Segundo é o PROCORDILHEIRA, um projeto que estuda a ocorrência de chaminés e anomalias originadas por chaminés em zonas hidrotermais que podem ser potenciais geradoras de sulfetos maciços na região da Dorsal Meso-atlântica. Com estes projetos o Brasil mostra que tem potencial e surge como principal ator nos estudos do atlântico sul na qual conquistamos junto a ISA o primeiro contrato do hemisfério Sul, sendo o quarto para crostas ferromagnesíferas, inicialmente com um total de 150 blocos contendo 20km<sup>2</sup> cada totalizando 3000 km<sup>2</sup> de blocos exclusivos na região da Elevação do Rio Grande que poderão ser estudados nos próximos 15 anos, sendo que a cada 5 anos 1000 km<sup>2</sup> serão descartados, restando apenas 1000 km<sup>2</sup> .

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente a Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (International Seabed Authority - ISA) pela seleção para o programa de treinamento *At-Sea Training* oferecido a todos os países em desenvolvimento e que tem o objetivo de assegurar que os pesquisadores dos países em desenvolvimento recebam conhecimentos operacionais apropriados para que possam participar das pesquisas de mineração marinha.

Gostaria de agradecer também a Tonga Offshore Mining Limited, na pessoa do Geólogo John Parianos, *Head Geologist* da *Nautilus Minerals*. Responsável pela expedição e pelo treinamento durante o embarque no navio R/V “Yuzhmorgeologya”.

Na CPRM, gostaria de agradecer em especial ao Diretor de Geologia e Recursos Minerais (DGM), Dr. Roberto Ventura dos Santos, ao Assistente da Diretoria de Geologia e Recursos Minerais, Eugenio Pires Frazão e ao Chefe da Divisão de Geologia Marinha (DIGEOM), Ivo Pessanha pela confiança e indicação do meu nome junto a Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos para tal treinamento.

Por fim, gostaria de agradecer a algumas pessoas sem as quais teria sido impossível a participação neste treinamento. Portanto gostaria de agradecer ao Assessor Sênior da SGM-MME Samir Nahass que teve um empenho pessoal na tramitação dos documentos junto a Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos, MME e MRE além da Coordenadora Executiva da Diretoria de Geologia e Recursos Minerais, Cláudia Maria Rezende de Souza que teve uma participação especial cuidando de todos os trâmites legais junto a MME, MRE e a CPRM para que todos os documentos estivessem prontos para a viagem.

Publicar a concessão da permissão de uso do imóvel funcional sito à SQS 309 F de propriedade da União, administrado pelo Ministério das Relações Exteriores e destinado aos funcionários do Serviço Exterior, conforme previsto no artigo 1º, parágrafo 2º, inciso II, da Lei 8.025, de 12 de abril de 1990, a Maria Luisa Escorel de Moraes, Ministra de Segunda Classe.

Publicar a concessão da permissão de uso do imóvel funcional sito à SQS 213 B de propriedade da União, administrado pelo Ministério das Relações Exteriores e destinado aos funcionários do Serviço Exterior, conforme previsto no artigo 1º, parágrafo 2º, inciso II, da Lei 8.025, de 12 de abril de 1990, a Camile Nemitz Filippozzi, Primeira Secretária.

Publicar a concessão da permissão de uso do imóvel funcional sito à SQS 411 H de propriedade da União, administrado pelo Ministério das Relações Exteriores e destinado aos funcionários do Serviço Exterior, conforme previsto no artigo 1º, parágrafo 2º, inciso II, da Lei 8.025, de 12 de abril de 1990, a Davi de Oliveira Paiva Bonavides, Terceiro Secretário.

Publicar a concessão da permissão de uso do imóvel funcional sito à SQS 213 B de propriedade da União, administrado pelo Ministério das Relações Exteriores e destinado aos funcionários do Serviço Exterior, conforme previsto no artigo 1º, parágrafo 2º, inciso II, da Lei 8.025, de 12 de abril de 1990, a Acir Pimenta Madeira Filho, Conselheiro.

GUSTAVO GUIMARÃES CAMPELO

## Ministério de Minas e Energia

### GABINETE DO MINISTRO

#### DESPACHOS DO MINISTRO

Em 18 de junho de 2015

O MINISTRO DE ESTADO DE MINAS E ENERGIA, tendo em vista o disposto no Decreto nº 1.387, de 7 de fevereiro de 1995, e no art. 7º, inciso IV, do Decreto nº 7.689, de 2 de março de 2012, resolve autorizar os seguintes afastamentos do País:

NOME: Igor Alexandre Walter. CARGO/FUNÇÃO: Assessor. ÓRGÃO: ASSEC/GM/MME. PAÍS DE DESTINO: Paraguai. FINALIDADE: Participação no Programa de Desenvolvimento Executivo em Planejamento Energético 2015, realizado pela Organização Latino-Americana de Energia. PERÍODO: 28/06/2015 a 04/07/2015. TIPO DE AFASTAMENTO: Com ônus limitado. ENQUADRAMENTO DA VIAGEM: art. 1º, inciso IV, do Decreto nº 1.387, de 1995.

NOME: Paulo Roberto Machado Fernandes Costa. CARGO/FUNÇÃO: Analista de Infraestrutura. ÓRGÃO: SPG/MME. PAÍS DE DESTINO: Paraguai. FINALIDADE: Dar continuidade ao Programa de Desenvolvimento em Planejamento Energético 2015, promovido pela Organização Latino-Americana de Energia. PERÍODO: 28/06/2015 a 04/07/2015. TIPO DE AFASTAMENTO: Com ônus limitado. ENQUADRAMENTO DA VIAGEM: art. 1º, inciso IV, do Decreto nº 1.387, de 1995.

EDUARDO BRAGA

## AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

### PORTARIA Nº 3.589, DE 18 DE JUNHO DE 2015

O DIRETOR-GERAL DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL, no uso das suas atribuições regimentais, tendo em vista o disposto no Regimento Interno, aprovado pela Portaria MME nº 349, de 28 de novembro de 1997, de acordo com deliberação da Diretoria e com base no que consta do Processo nº 48500.006227/2014-68, resolve:

Art. 1º Autorizar o afastamento do país, na forma do disposto no Decreto nº 1.387, de 7 de fevereiro de 1995, com a nova redação dada pelo Decreto nº 2.349, de 15 de outubro de 1997, face a concessão de licença para capacitação, nos termos da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990 e do Decreto nº 5.707, de 23 de fevereiro de 2006, da servidora:

NOME: Bianca Andrade Tinoco. CARGO/FUNÇÃO: Analista Administrativo. ÓRGÃO: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. PAÍS DE DESTINO: Estados Unidos. FINALIDADE DO AFASTAMENTO: participar de curso intensivo de inglês e do Programa de Certificação Acelerada Média & Global Communications. PERÍODO: 22/06/2015 a 19/09/2015. TIPO DE AFASTAMENTO: com ônus limitado. ENQUADRAMENTO DA VIAGEM: Art. 1º, inciso IV.

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

ROMEY DONIZETE RUFINO

## AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS

### PORTARIA Nº 167, DE 18 DE JUNHO DE 2015

O DIRETOR-GERAL SUBSTITUTO DA AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, no uso das atribuições que lhe foram conferidas pela Portaria ANP nº 29, de 11 de fevereiro de 2015, "ad referendum" da Diretoria Colegiada, resolve:

Exonerar, a partir de 30 de maio de 2015, MARIA ELISA SIMÕES DE OURO PRETO, CPF nº \*\*\*.811.751-\*\*, do Cargo Comissionado Técnico, código CCT - V, de Assessor Técnico V, no Escritório da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, em São Paulo. (Processo nº 48610.006037/2015-84).

FLORIVAL RODRIGUES DE CARVALHO

## COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

### DESPACHO DO DIRETOR-PRESIDENTE

O Diretor-Presidente da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, no uso de suas atribuições legais, resolve autorizar o afastamento do país do Senhor VICTOR HUGO ROCHA LOPES - Pesquisador em Geociências do Núcleo de Apoio de Natal, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, para viajar a Polinésia, no período de 20 de junho de 2015 a 10 de outubro de 2015, com ônus limitado, para participar do treinamento sob a responsabilidade da Tonga Offshore Mining Limited (TOML) na zona de Clarion-Clipperton (CCZ), no Oceano Pacífico, na região da Polinésia, objetivando a pesquisa de nódulos polimetálicos. A missão, patrocinada pela International Seabed Authority (ISBA). No período de 20 de junho de 2015 a 10 de outubro de 2015.

MANOEL BARRETO DA ROCHA NETO

## Ministério do Desenvolvimento Agrário

### GABINETE DO MINISTRO

#### PORTARIA Nº 184, DE 18 DE JUNHO DE 2015

O MINISTRO DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, no uso da competência que lhe confere o art. 87, parágrafo único, incisos I e II, da Constituição Federal, e tendo em vista o que consta no Decreto nº 5.996, de 20 de dezembro de 2006,

Considerando a necessidade de alteração da composição do Comitê Gestor do Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar - PGPAF, resolve

Art. 1º Designar para compor Comitê Gestor do Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar, instituído pelo art. 3º do Decreto nº 5.996, de 20 de dezembro de 2006, os seguintes membros:

I - Ministério do Desenvolvimento Agrário

Titular: Onaur Ruano, Siape 1498480, que o presidirá, Suplente: João Luiz Guadagnin, Siape 2211437;

II - Ministério da Fazenda

Titular: Othon Antônio de Sá Pereira, Siape 1437276; Suplente: Joel Felix de Andrade Rocha, Siape 2104820;

III - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

Titular: Elder Linton Alves de Araújo, Siape 1458967; Suplente: José Ricardo de Souza Galdino, Siape 1352818;

IV - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Titular: João Marcelo Intini, Siape 1693918, Suplente: Silvio Farnese, Siape 11519282;

V - Secretaria do Tesouro Nacional do Ministério da Fazenda

Titular: Adriano Pereira de Paula, Siape 0093643; Suplente: Henrique Alves Santos, Siape 1665315

Art. 2º Designar a Secretaria da Agricultura Familiar do Ministério do Desenvolvimento Agrário, para exercer as atribuições da Secretaria-Executiva do Comitê Gestor.

Art. 3º Revoga-se a Portaria nº 38, de 21 de maio de 2014, publicada no Diário Oficial da União de 22 de maio de 2014.

Art. 4º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

PATRUS ANANIAS

### PORTARIAS DE 18 DE JUNHO DE 2015

O MINISTRO DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, no uso de suas atribuições, e tendo em vista o disposto no art. 2º do Decreto nº 4.734, de 11 de junho de 2003, e no art. 1º, incisos I e II, da Portaria da Casa Civil nº 1.056, de 11 de junho de 2003, publicada no Diário Oficial da União do dia 13 de junho de 2003, resolve:

Nº 186-Exonerar, a pedido, WALDEMIR FERRAREZ DA CUNHA, CPF: 798.754.161-34, do cargo em comissão de Coordenador-Geral, código DAS 101.4, da Coordenação-Geral de Pessoal, Contratos, Licitações e Convênios, da Consultoria Jurídica deste Ministério, a partir de 8 de junho de 2015.

Nº 187-Exonerar, a pedido, CRISTIANO BORGES LOPES, CPF: 812.974.241-15, do cargo em comissão de Assistente, código DAS 102.2, da Consultoria Jurídica deste Ministério, a partir de 8 de junho de 2015.

Nº 188-Exonerar, a pedido, LUCIANA SILVEIRA TEIXEIRA, CPF: 808.409.905-10, do cargo em comissão de Assessor Técnico, código DAS 102.3, da Consultoria Jurídica deste Ministério, a partir de 8 de junho de 2015.

Nº 189-Exonerar, a pedido, ANA PAULA AMENO SOBRAL, CPF: 013.286.635-82, do cargo em comissão de Coordenador-Geral, código DAS 101.4, da Coordenação-Geral de Regularização Fundiária na Amazônia Legal, da Consultoria Jurídica deste Ministério, a partir de 8 de junho de 2015.

Nº 190- Exonerar, a pedido, ROBERTO ÉLITO DOS REIS GUIMARÃES, CPF: 226.543.211-34, do cargo em comissão de Coordenador, código DAS 101.3, da Coordenação-Geral Agrária, de Procedimentos Judiciais e de Pesquisa, da Consultoria Jurídica deste Ministério, a partir de 8 de junho de 2015.

Nº 191- Exonerar, a pedido, YUKAMÁ SUGUIURA DIAS, CPF: 711.546.471-53, do cargo em comissão de Coordenador, código DAS 101.3, da Coordenação-Geral de Pessoal, Contratos, Licitações e Convênios, da Consultoria Jurídica deste Ministério, a partir de 8 de junho de 2015.

Nº 192- Exonerar LEANDRO MICHAEL DE OLIVEIRA, CPF: 707.901.591-04, do cargo em comissão de Assistente Técnico, código DAS 102.1, do Departamento de Ações de Desenvolvimento Territorial, da Secretaria de Desenvolvimento Territorial deste Ministério.

Nº 193- Nomear PAULA GUERRA VARELA, CPF: 009.829.295-10, para exercer o cargo em comissão de Coordenador-Geral, código DAS 101.4, da Coordenação-Geral de Convênios, da Subsecretaria de Planejamento, Orçamento e Administração, da Secretaria Executiva deste Ministério.

Nº 194- Nomear JAMESSON JACKSON DE FARIA SOUZA, CPF: 992.559.441-34, para exercer o cargo em comissão de Assistente Técnico, código DAS 102.1, do Departamento de Ações de Desenvolvimento Territorial, da Secretaria de Desenvolvimento Territorial deste Ministério.

O MINISTRO DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, no uso de suas atribuições, tendo em vista o disposto no art. 2º do Decreto nº 4.734, de 11 de junho de 2003, e no art. 1º, incisos I e II, da Portaria da Casa Civil nº 1.056, de 11 de junho de 2003, publicada no Diário Oficial da União do dia 13 de junho de 2003, e conforme o disposto no art. 38 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990, com a redação dada pela Lei nº 9.527, de 10 de dezembro de 1997, resolve:

Nº 195- Dispensar CRISTIANO BORGES LOPES, CPF: 812.974.241-15, dos encargos de substituto do cargo de Coordenador, código DAS 101.3, da Coordenação-Geral de Pessoal, Contratos, Licitações e Convênios, da Consultoria Jurídica deste Ministério, a partir de 8 de junho de 2015.

Nº 196- Dispensar LUCIANA SILVEIRA TEIXEIRA, CPF: 808.409.905-10, dos encargos de substituta do cargo de Coordenador-Geral, código DAS 101.4, da Coordenação-Geral de Regularização Fundiária na Amazônia Legal, da Consultoria Jurídica deste Ministério, a partir de 8 de junho de 2015.

Nº 197-Dispensar PRISCILA GONÇALVES DE OLIVEIRA, CPF: 053.631.827-18, dos encargos de substituta do cargo de Coordenador, código DAS 101.3, da Coordenação-Geral Agrária, de Procedimentos Judiciais e de Pesquisa, da Consultoria Jurídica deste Ministério, a partir de 8 de junho de 2015.

Nº 198- Dispensar YUKAMÁ SUGUIURA DIAS, CPF: 711.546.471-53, dos encargos de substituto do cargo de Coordenador-Geral, código DAS 101.4, da Coordenação-Geral de Pessoal, Contratos, Licitações e Convênios, da Consultoria Jurídica deste Ministério, a partir de 8 de junho de 2015.

Nº 199-Dispensar ROBERTO ÉLITO DOS REIS GUIMARÃES, CPF: 226.543.211-34, dos encargos de substituto do cargo de Coordenador-Geral, código DAS 101.4, da Coordenação-Geral Agrária, de Procedimentos Judiciais e de Pesquisa, da Consultoria Jurídica deste Ministério, a partir de 8 de junho de 2015.

Nº 200-Designar VALÉRIA VIEIRA DE MORAES, CPF: 785.278.727-49, Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental, para substituir, nos impedimentos legais do titular e na vacância do cargo, o Chefe de Gabinete, código DAS 101.4, da Secretaria de Desenvolvimento Territorial deste Ministério.

Nº 201-Designar TANIA TEREZINHA HANSEL, CPF: 315.845.190-53, Chefe de Serviço, código DAS 101.1, para substituir, nos impedimentos legais do titular e na vacância do cargo, o Delegado, código DAS 101.4, da Delegacia Federal de Desenvolvimento Agrário no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 29 de junho a 13 de julho de 2015.

Nº 202- Designar JURANDI TEODORO GUGEL, CPF: 437.539.579-68, Coordenador-Geral, para substituir, nos impedimentos legais do titular e na vacância do cargo, o Diretor, código DAS 101.5, do Departamento de Geração de Renda e Agregação de Valor, da Secretaria da Agricultura Familiar deste Ministério.