



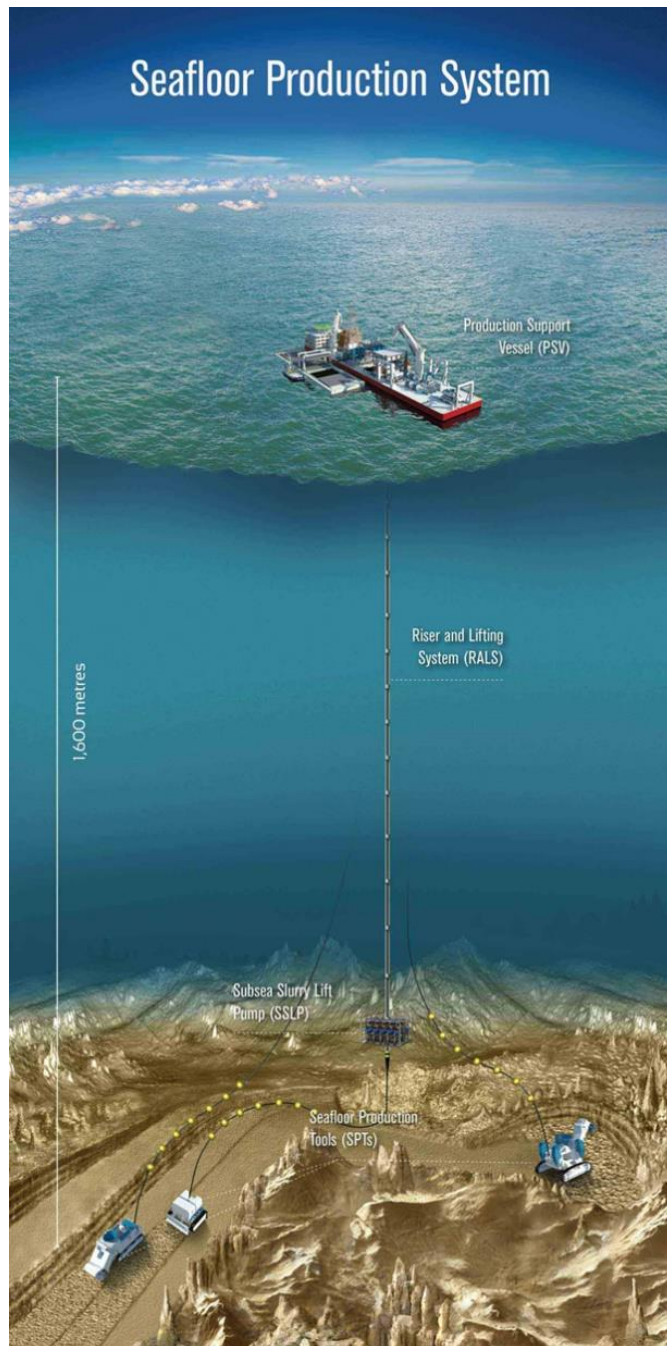
## Mineração Marinha: desafios tecnológicos e ambientais

### Mineração Marinha e os Ecossistemas Profundos: Desafios e políticas para o uso sustentável

Prof. José Angel Alvarez Perez

Escola do Mar, Ciência e Tecnologia  
Universidade do Vale do Itajaí

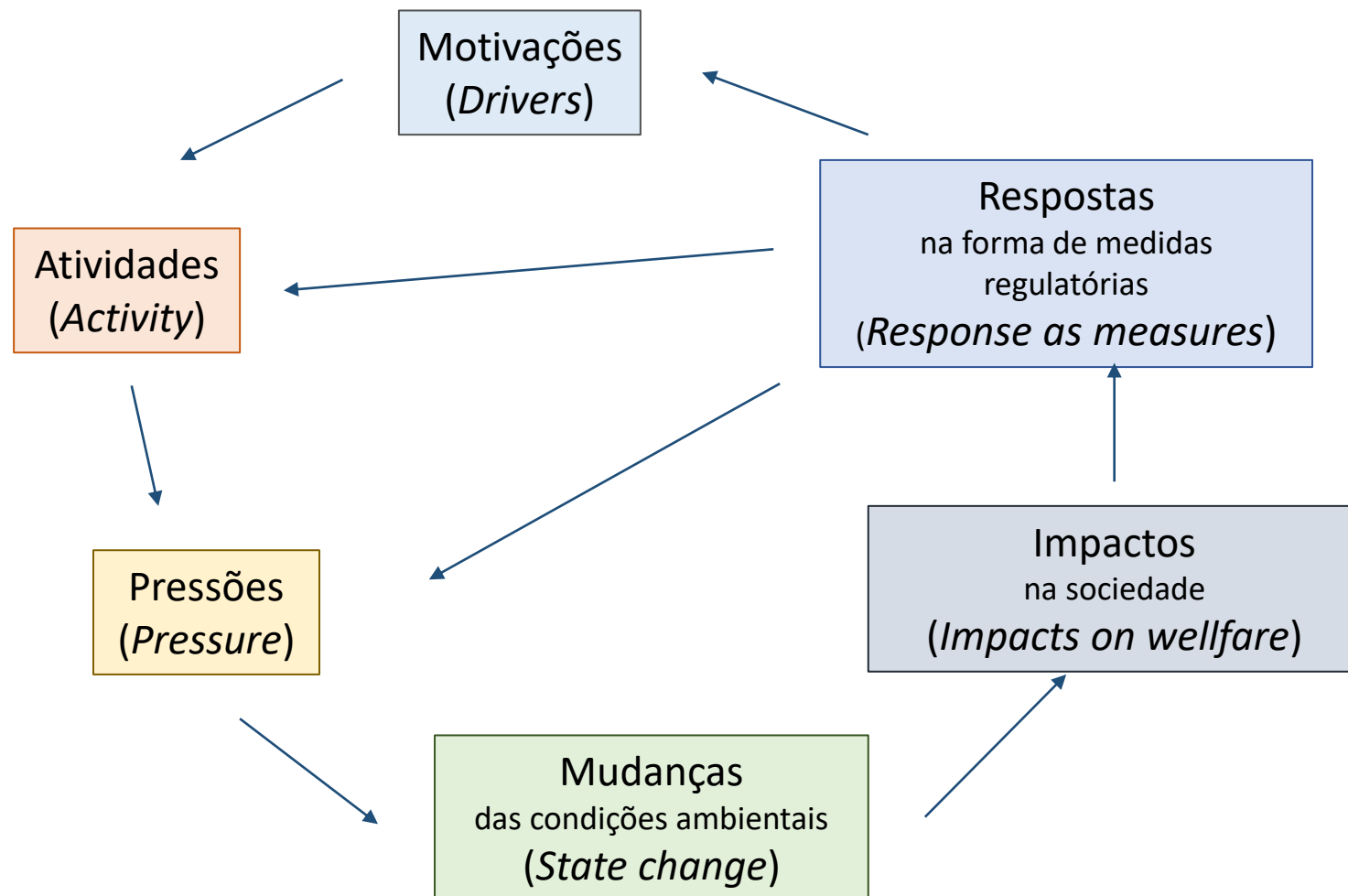




## Sistema Sócio-Ecológico

### Interação humana com ecossistemas marinhos (profundos)

#### Abordagem DAPSIR



Contents lists available at ScienceDirect

Marine Pollution Bulletin

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/marpolbul](http://www.elsevier.com/locate/marpolbul)

Review

Assessing the impacts of seabed mineral extraction in the deep sea and coastal marine environments: Current methods and recommendations for environmental risk assessment

Laura Kaikkonen<sup>a,\*</sup>, Riikka Venesjärvi<sup>b</sup>, Henrik Nygård<sup>c</sup>, Sakari Kuikka<sup>a</sup>

# MOTIVAÇÕES (*Drivers*)

- Tecnologias modernas (high-tech)
- Tecnologias emergentes
- Tecnologias verdes

- Demanda crescente de metais raros
- Suprimento futuro incerto (depósitos terrestres limitados, controlado por poucos produtores , e.g. China)

## Depósitos Oceânicos

Fontes Imprescindíveis ?

Fontes Complementares ?

Fontes dispensáveis (pelo custo ambiental)?



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

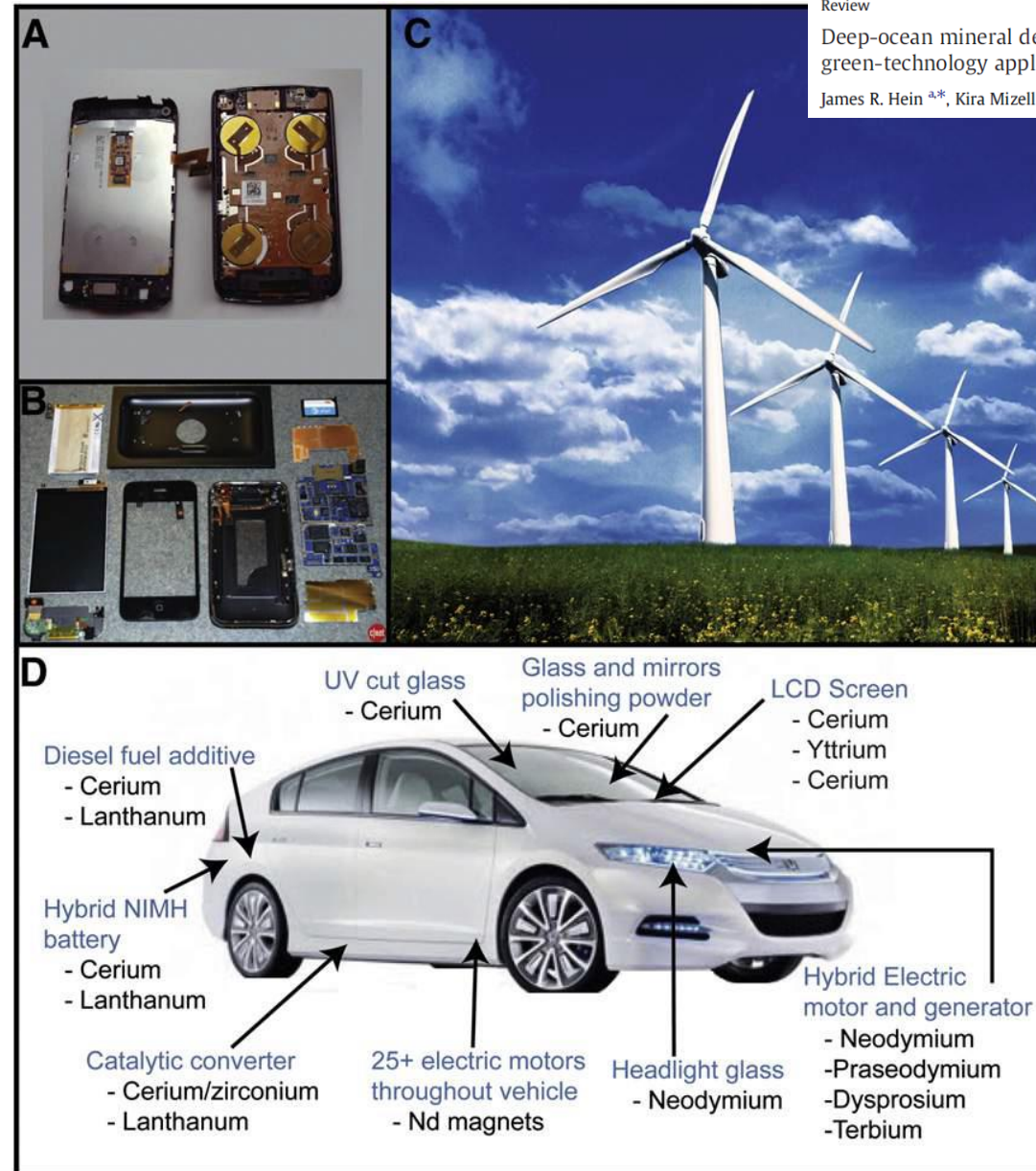
Ore Geology Reviews

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/oregeorev](http://www.elsevier.com/locate/oregeorev)

Review

Deep-ocean mineral deposits as a source of critical metals for high- and green-technology applications: Comparison with land-based resources

James R. Hein <sup>a,\*</sup>, Kira Mizell <sup>a</sup>, Andrea Koschinsky <sup>b</sup>, Tracey A. Conrad <sup>a,c</sup>

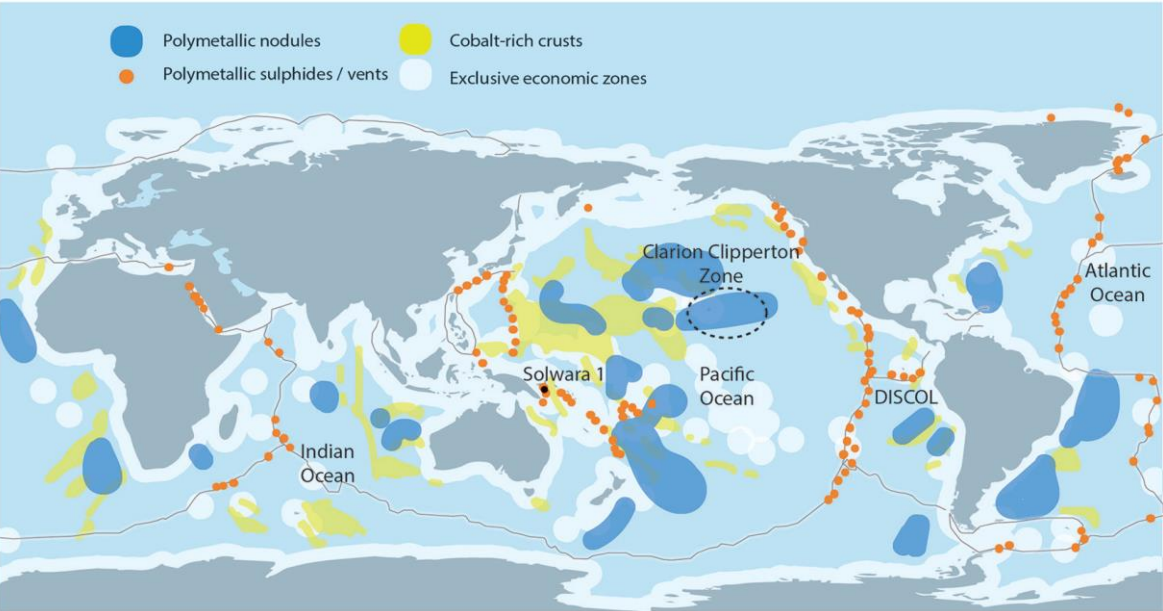




# ATIVIDADES (Activities)

Nas profundezas do oceano, existem minas de Zinco, Ferro, Prata e Ouro que seriam facilmente explotáveis

Relata o Captião Nemo na obra de Julio Verne “20 mil léguas submarinas” (1870)



Miller et al., 2018

frontiers  
in Marine Science

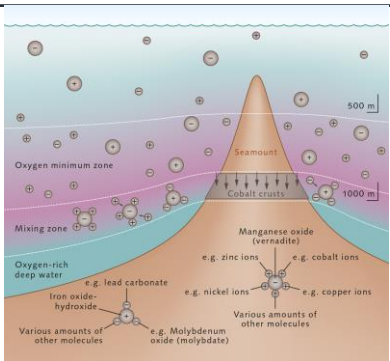
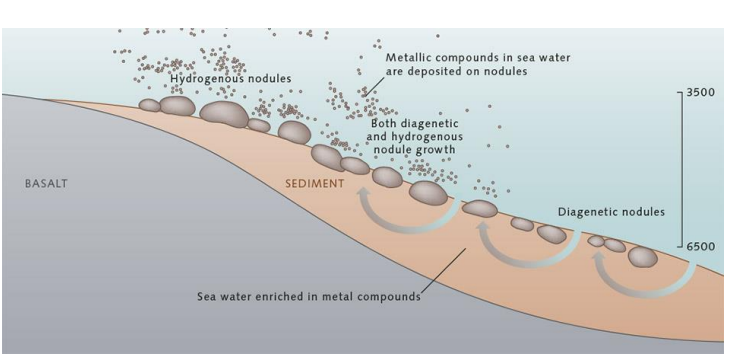
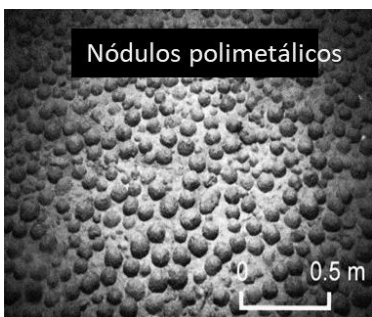
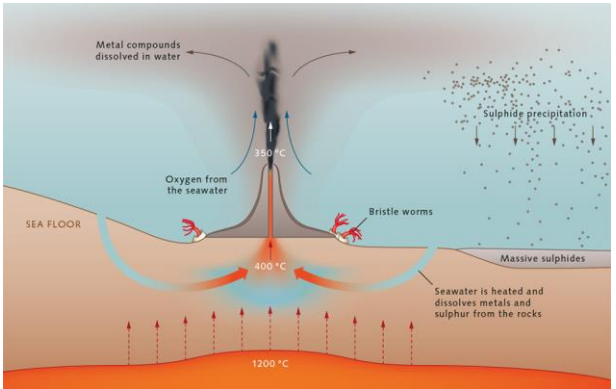
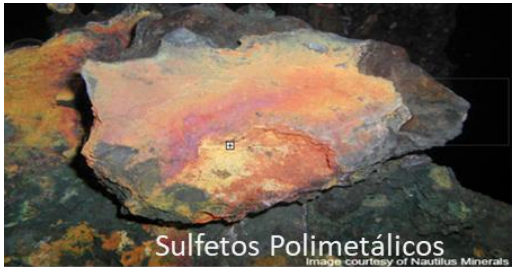
published: 10 January 2018  
doi: 10.3389/fmars.2017.00416



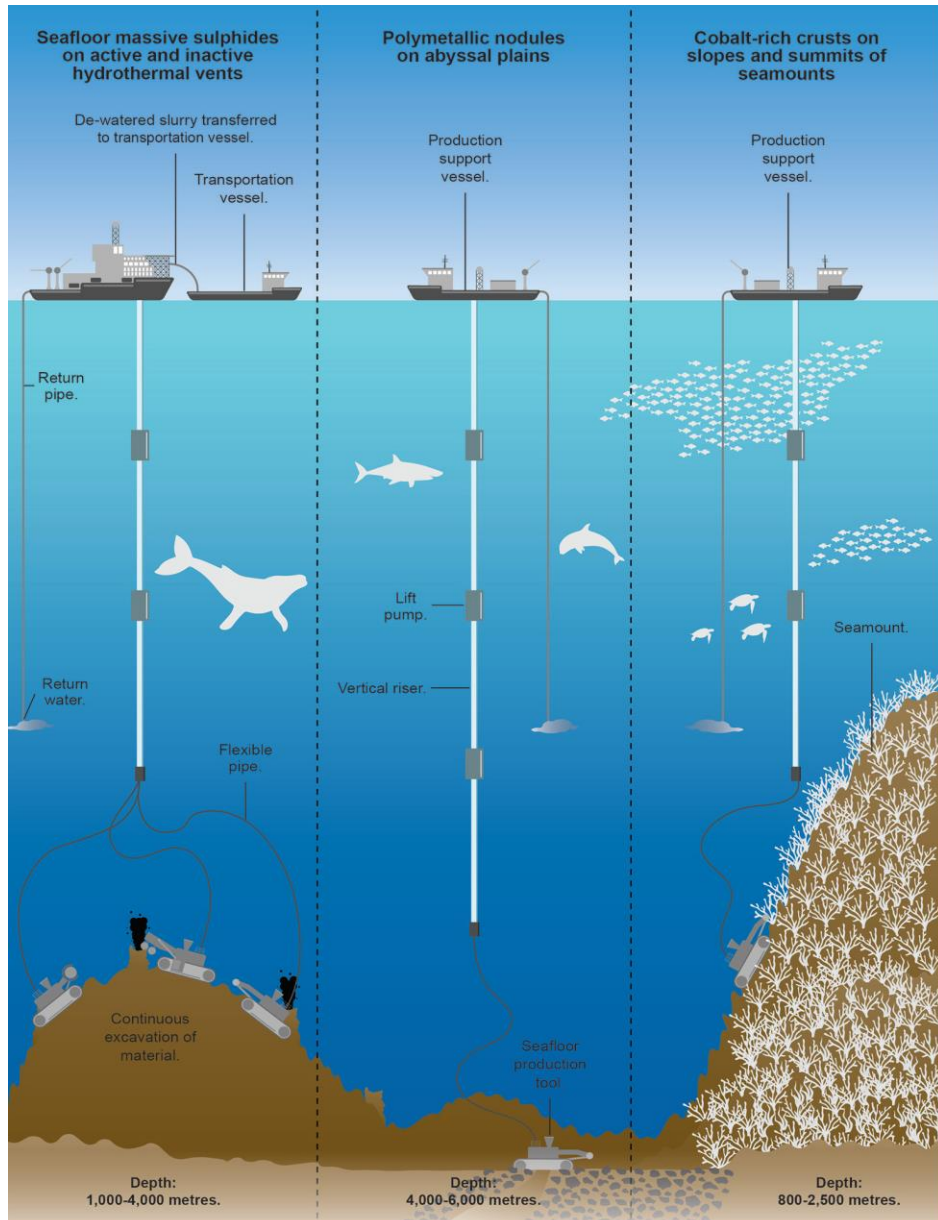
## An Overview of Seabed Mining Including the Current State of Development, Environmental Impacts, and Knowledge Gaps

Kathryn A. Miller<sup>1\*</sup>, Kirsten F. Thompson<sup>1,2\*</sup>, Paul Johnston<sup>1</sup> and David Santillo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Greenpeace Research Laboratories, College of Life and Environmental Sciences, Innovation Centre Phase 2, University of Exeter, Exeter, United Kingdom; <sup>2</sup> Biosciences, College of Life and Environmental Sciences, Geoffrey Pope, University of Exeter, Exeter, United Kingdom



## ATIVIDADES (Activities)



Miller et al., 2018

Navios de apoio –  
processamento e  
transporte do minério

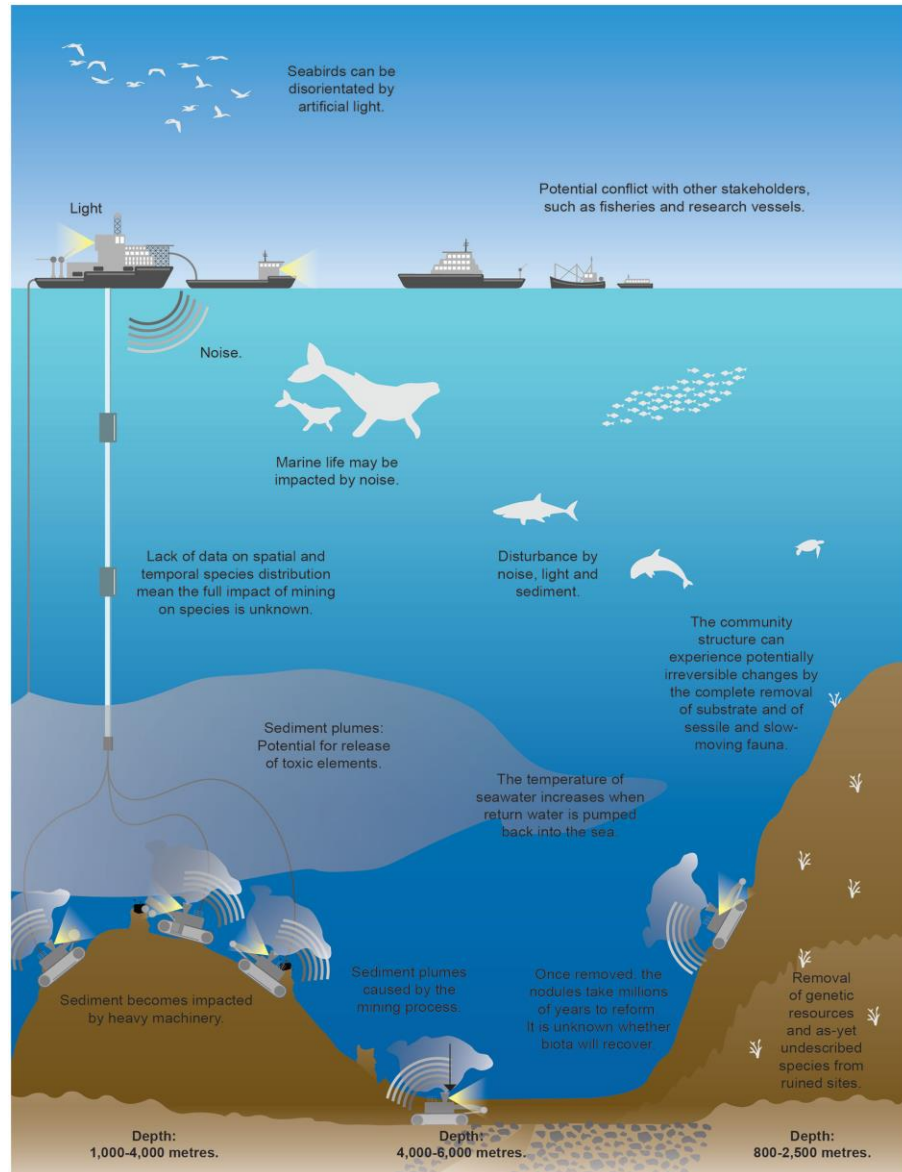
Sistema de elevação  
do minério  
removido

Coletor do  
material do  
fundo marinho

- Sistemas de mineração em desenvolvimento. Nenhuma operação de extração em escala comercial ainda realizada.
- Investimento em avaliar concentração de metais nos depósitos identificados e viabilidade econômica da sua extração – análises de mercado
- Aquisição de dados ambientais  
Construção de linhas de base ambiental – avaliação de impactos

## PRESSÕES (*Pressures*)

Pressões podem ser descritas como mecanismos que causam um efeito em qualquer parte do ecossistema possivelmente alterando o estado do ambiente



Miller et al., 2018

Remoção – mobilização do substrato

Produção de pluma de sedimento – resíduo no fundo: expansão da pegada espacial

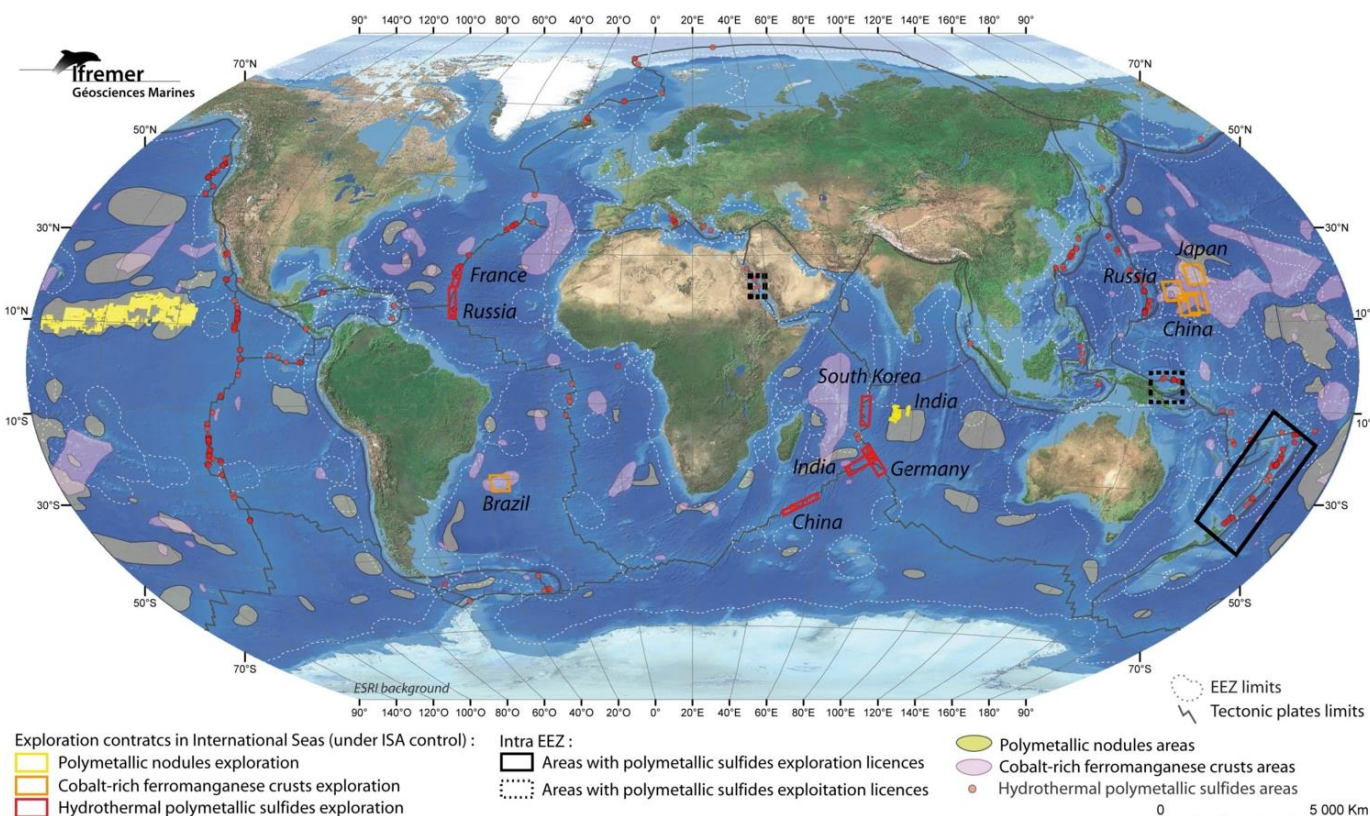
Produção de pluma de sedimento – resíduo em superfície (rejeitos do processamento): expansão da pegada espacial

Liberação de metais tóxicos na coluna de água – contaminação de organismos pelágicos



## PRESSÕES (*Pressures*)

Pressões podem ser descritas como mecanismos que causam um efeito em qualquer parte do ecossistema possivelmente alterando o estado do ambiente



- 17 contratos – exploração de nódulos polimetálicos
- 1.275.000 km<sup>2</sup>

**Planície Abissal**  
244.360.000 km<sup>2</sup>, 75% do fundo oceano, <1% estudado

- 7 contratos – exploração da sulfetos polimetálicos
- 70.000 km<sup>2</sup>

**Dorsais Meso-oceânicas**  
30.000.000 km<sup>2</sup>, 9,2% do fundo oceano, 10% estudado

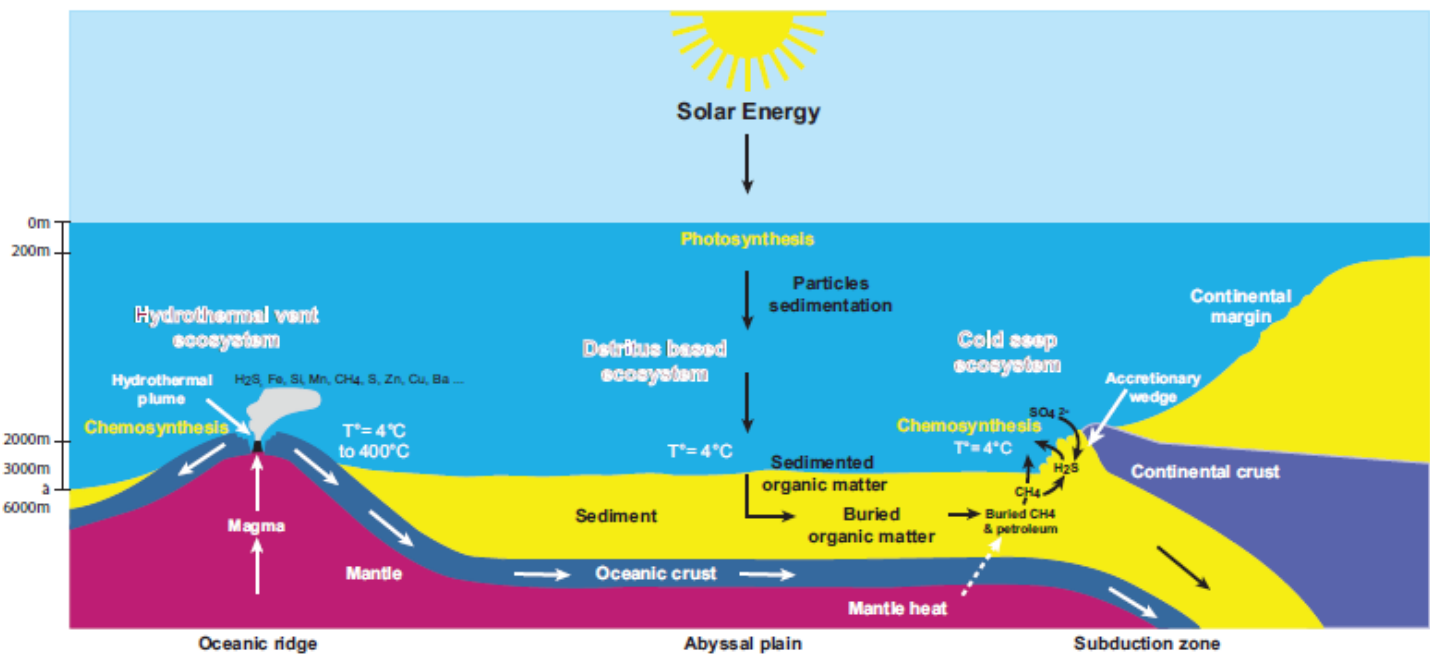
- 5 contratos – exploração de crostas Fe-Mn ricas em Co
- 15.000 km<sup>2</sup>

**Montanhas submarinas**  
8.500.000 km<sup>2</sup>, 2,6% do fundo oceano, 0,25% estudado

# MUDANÇAS DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS (State changes)

E. Ramirez-Llodra et al.: Unique attributes of the world's largest ecosystem

28



Ecosistemas baseados em detritos



Limitação de energia  
Crescimento Lento  
Alta longevidade  
Baixa resiliência



Ecosistemas Quimiossintetizantes

Especialização  
Endemismo  
“Origem da Vida”



# MUDANÇAS DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS (*State changes*)

Remoção –  
mobilização do  
substrato

Produção de pluma de  
sedimento – resíduo  
no fundo

Operações  
  
Duração  
Pegada espacial  
Intensidade

Mudanças na morfologia do fundo - habitats

Perda de fauna bentônica

Perda da diversidade – funcionamento do ecossistema

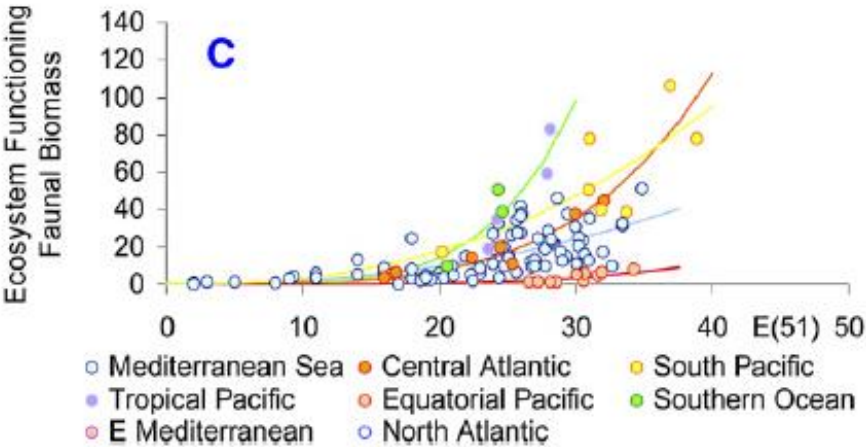
Remoção organismos construtores - comunidades

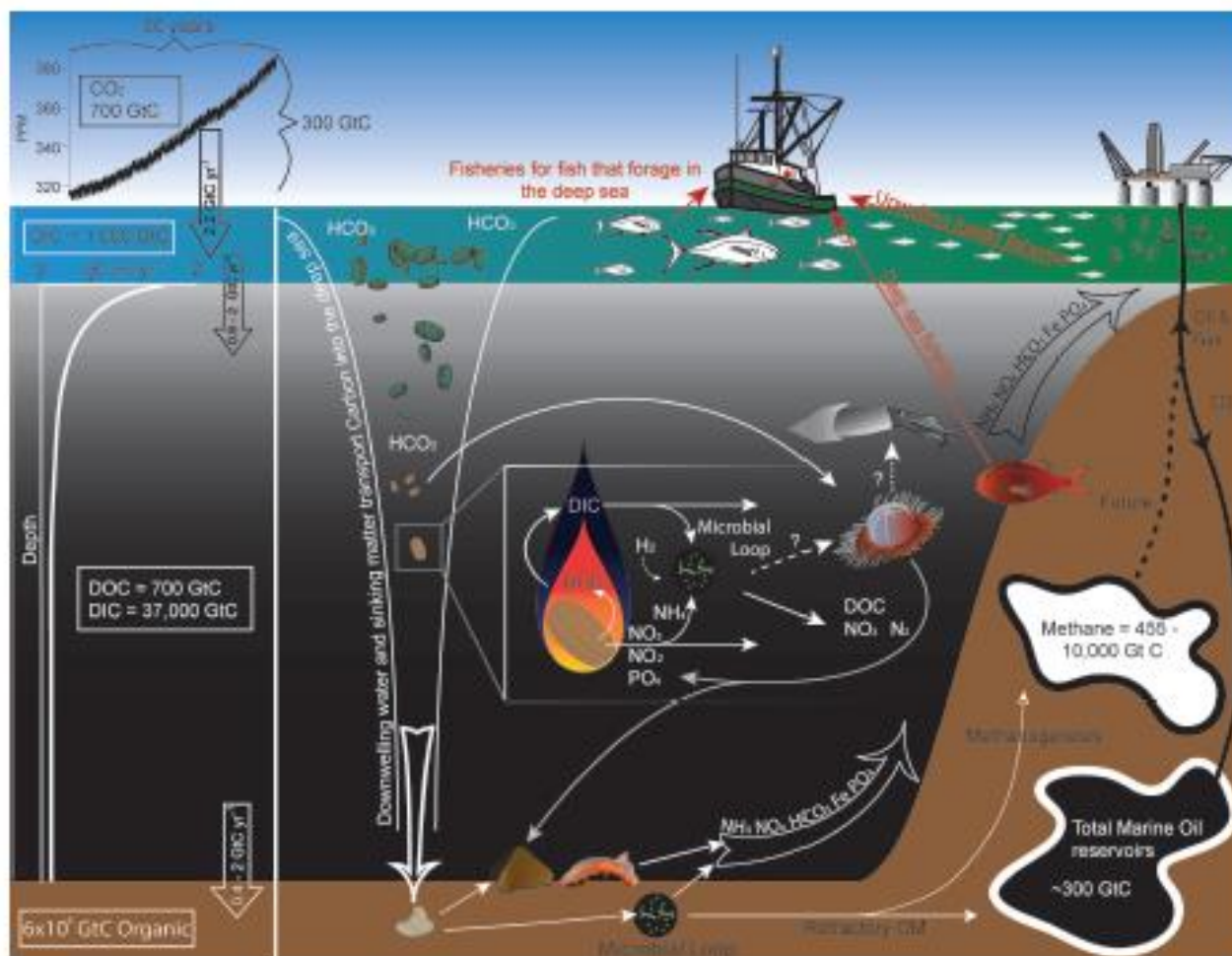
Desaparecimento de organismos – comunidades singulares ou raras

Fragmentação de habitats – perda da conectividade

Current Biology 18, 1–8, January 8, 2008 ©2008 Elsevier Ltd All rights reserved DOI 10.1016/j.cub.2007.11.056

## Exponential Decline of Deep-Sea Ecosystem Functioning Linked to Benthic Biodiversity Loss





## Serviços Ecossistêmicos

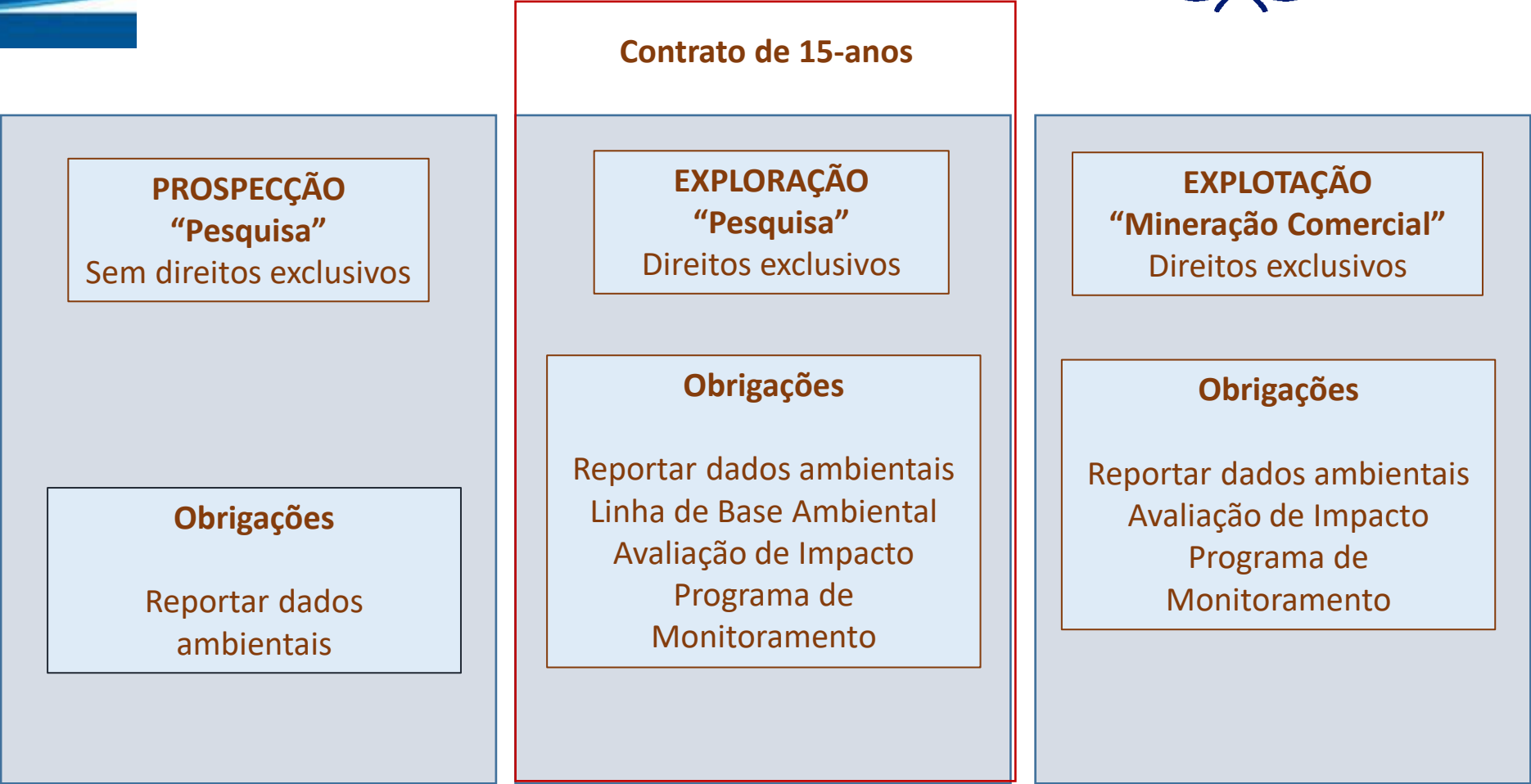
## Sequestro de Carbono

## Estabilidade Ambiental

## Reciclagem de nutrientes

Produção  
Pesqueira

## Potencial de Bioprospecção

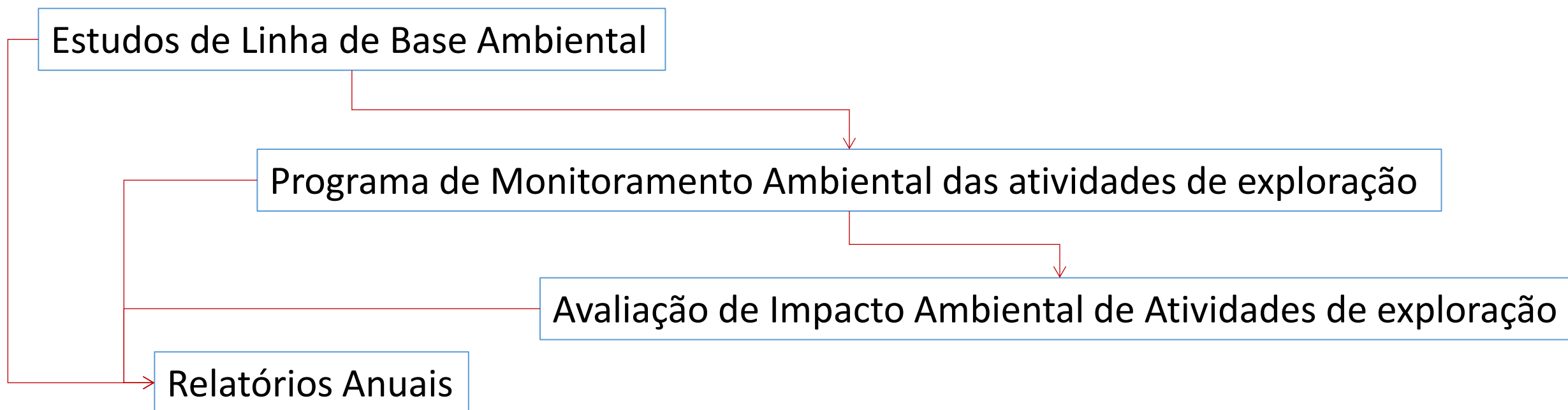






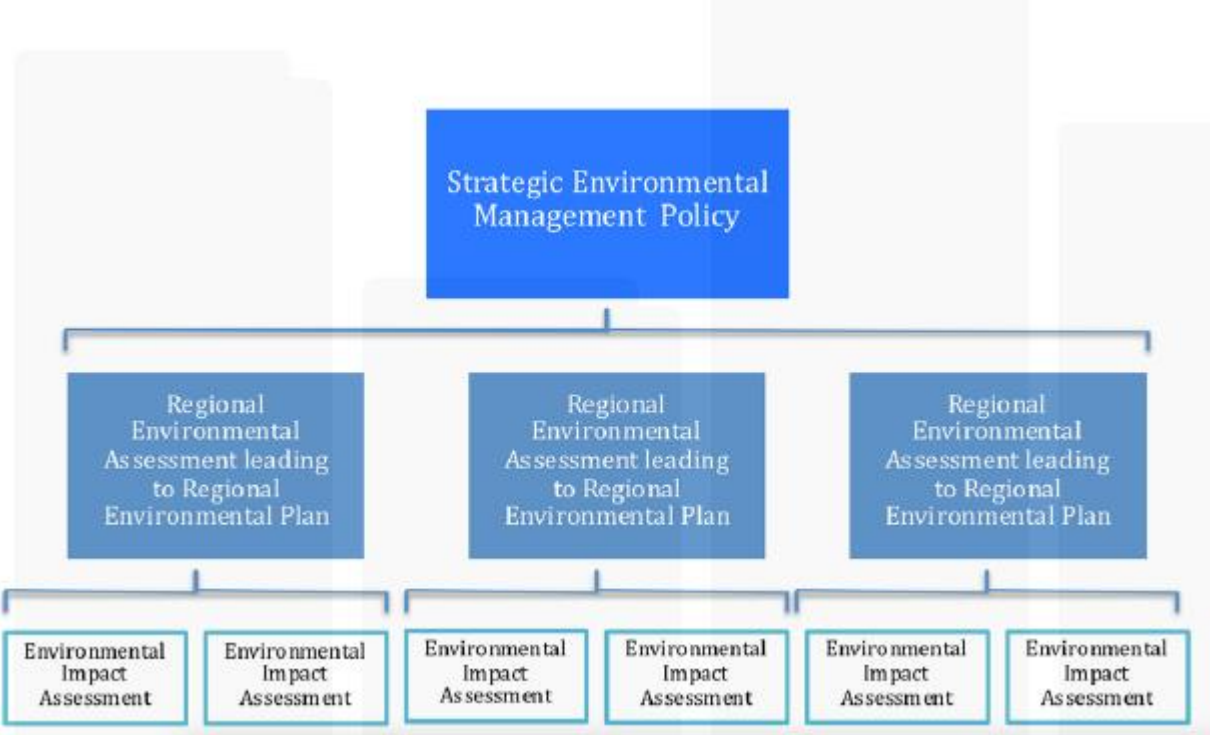
### **ISBA/18/A/11 – Regulation 34 Linha de Base Ambiental e Monitoramento**

1. Cada contrato deve requerer ao contratante adquirir dados ambientais e estabelecer “**linhas de base ambientais**”, levando em consideração recomendações determinadas pela Comissão Técnica e Jurídica em referência ao Artigo 41, a partir das quais se podem avaliar os efeitos prováveis de seu programa de atividades dentro do Plano de Trabalho para exploração sobre o ambiente marinho e um **programa para monitorar e reportar** esses efeitos.

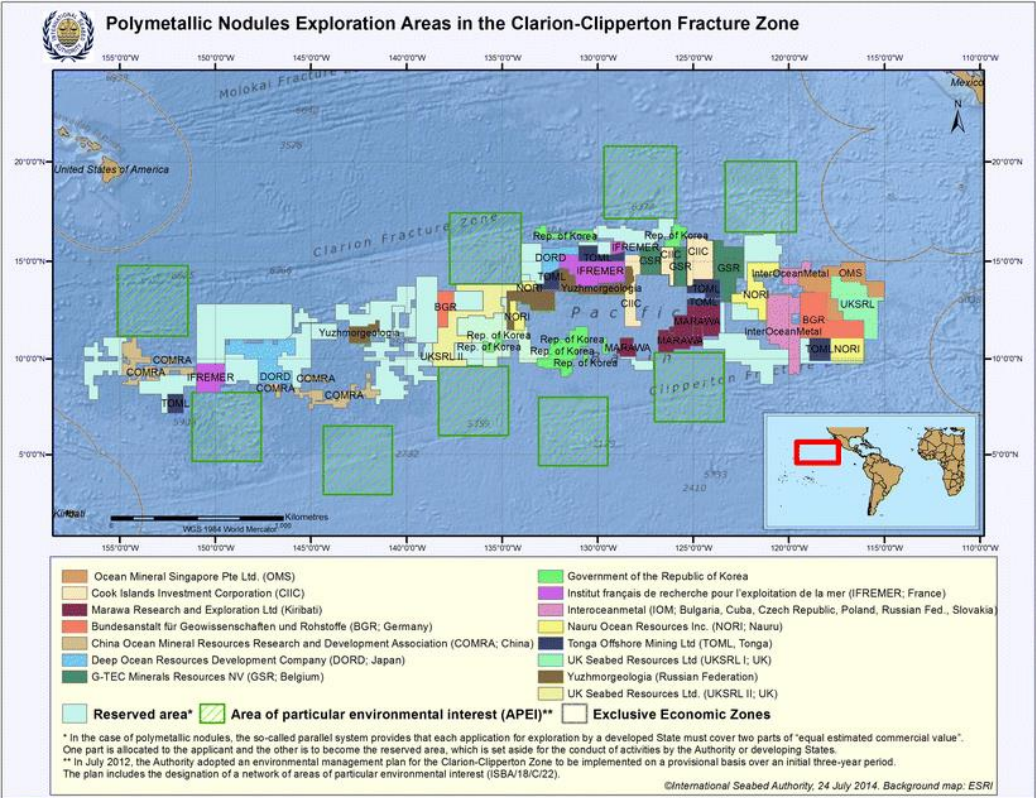


# RESPOSTAS NA FORMA DE MEDIDAS REGULATÓRIAS (*Response as measures*)

## PLANOS ESTRATÉGICOS E REGIONAIS DE MANEJO

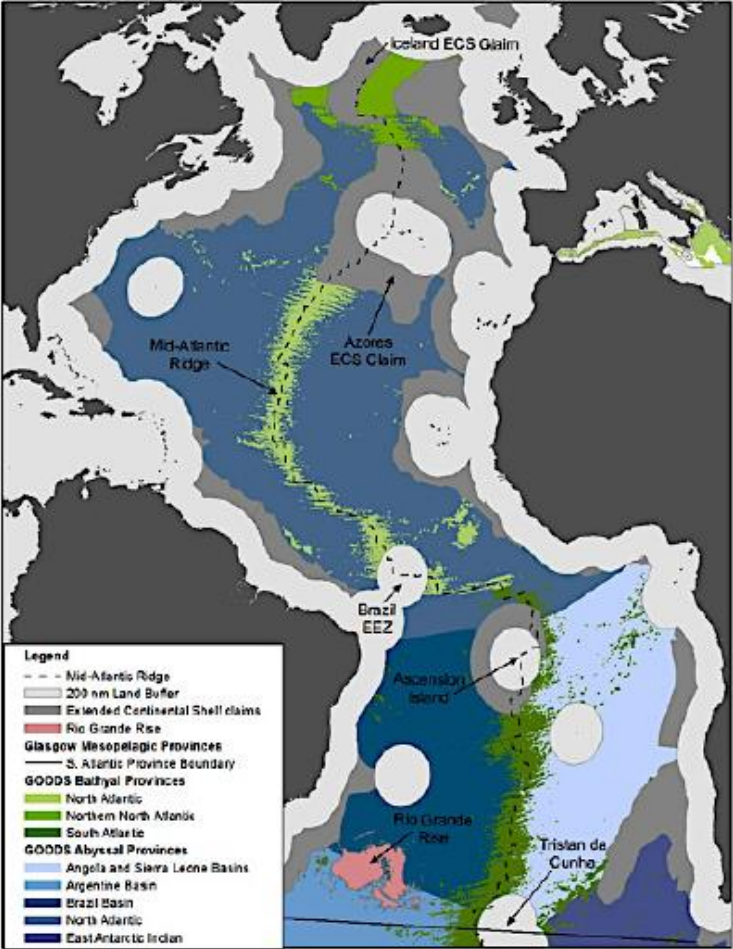


Jones & Weaver, 2017



RESPOSTAS NA FORMA DE MEDIDAS REGULATÓRIAS (*Response as measures*)

Plano Regional de Manejo – REMP – Atlântico



SCIENCE ADVANCES | RESEARCH ARTICLE

OCEANOGRAPHY

A strategy for the conservation of biodiversity on mid-ocean ridges from deep-sea mining

Daniel C. Dunn<sup>1,\*</sup>, Andy L. Van Dover<sup>2,\*</sup>, Ron J. Etter<sup>3</sup>, Craig R. Smith<sup>4</sup>, Lisa A. Levin<sup>5,6</sup>, Telmo Morato<sup>7</sup>, Ana Colap<sup>7</sup>, Andrew C. Dale<sup>8</sup>, Andrey V. Gebruk<sup>9</sup>, Kristina M. Gjerde<sup>10,11</sup>, Patrick N. Halpin<sup>1</sup>, Kerry L. Howell<sup>12</sup>, David Johnson<sup>13</sup>, José Angel A. Perez<sup>14</sup>, Marta Chantal Ribeiro<sup>15</sup>, Heiko Stuckas<sup>16</sup>, Philip Weaver<sup>13</sup>, SEMPIA Workshop Participants<sup>9</sup>

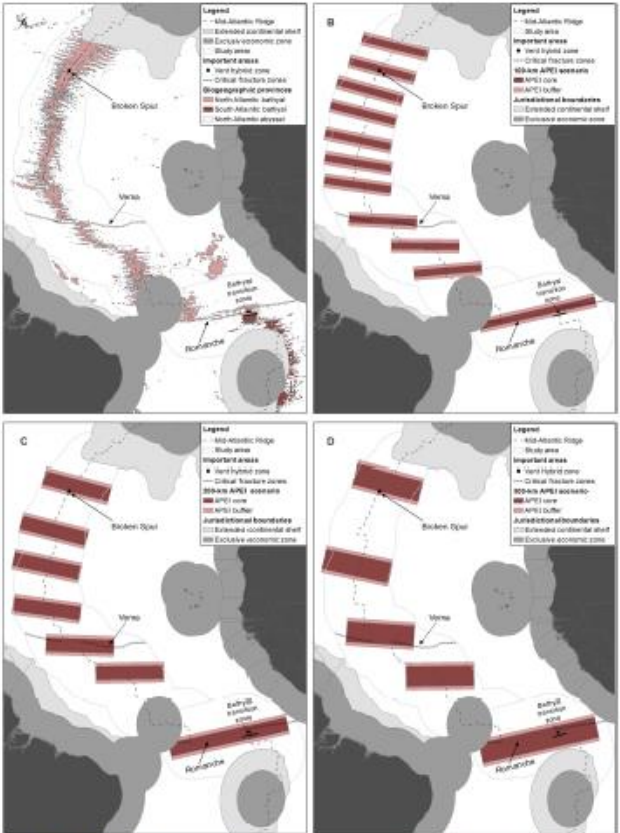


Fig. 1. Geographic context, important areas, and APEI scenarios. APEI scenarios were anchored by important areas identified by expert opinion before





## Mineração Marinha: desafios tecnológicos e ambientais

Obrigado

