

Pedro Madureira

**A PLATAFORMA CONTINENTAL PORTUGUESA**  
**Os recursos minerais marinhos**



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS  
DE LISBOA

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

**FICHA TÉCNICA**

**TÍTULO**

A PLATAFORMA CONTINENTAL PORTUGUESA — Os recursos minerais marinhos

**AUTORES**

PEDRO MADUREIRA

**EDITOR**

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA

**EDIÇÃO**

DIANA SARAIVA DE CARVALHO

**ISBN**

978-972-623-319-0

**ORGANIZAÇÃO**



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS  
DE LISBOA

Academia das Ciências de Lisboa

R. Academia das Ciências, 19

1249-122 LISBOA

Telefone: 213219730

Correio Eletrónico: [geral@acad-ciencias.pt](mailto:geral@acad-ciencias.pt)

Internet: [www.acad-ciencias.pt](http://www.acad-ciencias.pt)

Copyright © Academia das Ciências de Lisboa (ACL), 2017

Proibida a reprodução, no todo ou em parte, por qualquer meio, sem autorização do Editor

# **A PLATAFORMA CONTINENTAL PORTUGUESA**

## **Os recursos minerais marinhos**

Pedro Madureira e equipa EMEPC

(EMEPC — Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental e Dep.  
Geociências e Instituto de Ciências da Terra/Universidade de Évora)

### **Resumo:**

O Projeto de Extensão da Plataforma Continental para além das 200 milhas marítimas resulta da aplicação do artigo 76.º da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. A implementação, em Portugal, do projeto de extensão foi resultado de um investimento e esforço muito significativos, os quais têm permitido aumentar o conhecimento sobre o mar profundo, em particular no que diz respeito à sua morfologia, ocorrência e distribuição de recursos naturais vivos e minerais. As oportunidades que decorrem da extensão da soberania sobre novos domínios marítimos são imensas, desde logo no campo da inovação e desenvolvimento tecnológico que permitam aceder a estas vastas áreas situadas, tipicamente, a profundidades superiores a 3.000 metros, criando condições para a exploração sustentável dos recursos naturais e proteção do meio marinho.

**Palavras-chave:** Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar; Plataforma continental; Recursos naturais

### **Abstract:**

The Project for the Extension of the Continental Shelf results from the application of article 76.º of the United Nations Convention on the Law of the Sea. Its implementation in Portugal was possible due to a significant financial and technical efforts leading to a significant increase of the knowledge on the deep sea, mainly on its morphology, distribution and occurrence of natural resources. The opportunities created with the extension of sovereign rights on new maritime areas are significant and will leverage the technological development and innovation. The latter are crucial to access these vast areas typically located at depths over 3,000 meter, creating the basis for the sustainable exploration of natural resources and protection of the marine environment.

**Keywords:** United Nations Convention on the Law of the Sea; Continental shelf; Natural resources

## **1. Introdução**

Com a ratificação da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM, 1982) em 3 de Novembro de 1997, Portugal propõe-se a adquirir soberania sobre novos territórios marítimos, através da extensão da plataforma continental para além das 200 milhas marítimas (M). O desenrolar deste processo tem permitido aumentar o conhecimento existente no país sobre o mar profundo e desenvolver uma estratégia que visa o surgimento

de novas atividades económicas assentes na exploração sustentável dos seus recursos naturais e na proteção do ambiente marinho.

O Projeto de Extensão da Plataforma Continental (PEPC) define-se como um processo pacífico, de natureza jurídica, suportado por uma complexa investigação científica multidisciplinar, cuja concretização recorre a um conjunto alargado de métodos e técnicas de natureza especializada. À luz da CNUDM, o PEPC constitui a derradeira fase de fixação dos limites exteriores das zonas dos fundos marinhos (solo e subsolo) sobre as quais os Estados costeiros exercem direitos soberanos e de jurisdição para a prospeção e exploração de recursos naturais, bem como para a realização de atividades com impacto direto no fundo marinho.

A definição de plataforma continental e as regras para a determinação do seu limite exterior constam no artigo 76.º da CNUDM, o qual contém um conjunto de termos que, não sendo comuns em textos jurídicos, têm um significado preciso no âmbito das ciências naturais. A primeira parte do artigo 76.º, n.º 1, revela a relação existente entre margem continental e plataforma continental ao referir que «a plataforma continental de um Estado costeiro compreende o leito e subsolo das áreas marinhas (...) até ao bordo exterior da margem continental (...)». Isto significa que a determinação do Bordo Exterior da Margem Continental (BEMC) constitui o primeiro passo para a delimitação do Limite Exterior da Plataforma Continental (LEPC). Este último objetivo é alcançado através da concretização de três fases resumidas de seguida (Pinto de Abreu et al., 2012):

A primeira fase consiste numa avaliação prévia para verificar se o BEMC está situado para além das 200 M. Não sendo esse o caso, o LEPC será então definido por uma linha situada a 200 M das linhas de base a partir das quais se mede a largura do mar territorial. Nas situações mais favoráveis para o Estado costeiro, em que o BEMC se situa para além das 200 M, é necessário efetuar uma série de operações que conduzem à determinação do BEMC e do LEPC. A segunda fase diz respeito à localização da base do talude continental, que corresponde à área dos fundos submarinos situada entre a parte inferior do talude continental e a parte superior da elevação continental. É na base do talude continental que, por regra, o pé do talude (*Foot Of the Slope* — FOS) é calculado como o ponto de máxima variação da inclinação.

Identificados os pontos de pé do talude, o BEMC será determinado com base na melhor das duas condições, também designadas por fórmulas positivas ou permissivas:

1.<sup>a</sup> condição: Pelos pontos situados a uma distância tal que a espessura dos sedimentos nesse ponto seja pelo menos 1% da distância desse ponto até ao pé do talude (fórmula de *Gardiner*).

2.<sup>a</sup> condição: Pelos pontos situados a uma distância de 60 M para lá do pé do talude (fórmula de *Hedberg*), sendo a localização do BEMC resultante do conjunto de pontos que estão situados a essa distância.

Tanto no caso da aplicação da fórmula de *Gardiner*, como da aplicação da fórmula de *Hedberg*, a representação do BEMC ao longo do fundo marinho adjacente ao Estado costeiro é definida através de linhas retas que unem os pontos fixos determinados por aquelas fórmulas, os quais não podem estar separados por uma distância superior a 60 M. Conhecido

o BEMC, segue-se a terceira fase. Esta última considera a aplicação de fórmulas negativas ou restritivas que limitam o LEPC a uma distância de 350 M a partir das linhas de base a partir das quais se mede a largura do mar territorial ou a 100 M para lá da batimétrica dos 2500 m (2500 m+100 M), podendo o Estado costeiro optar pela mais favorável destas condições.

A figura 1 mostra, resumidamente, como se relacionam, numa representação gráfica, todos os elementos anteriormente descritos.

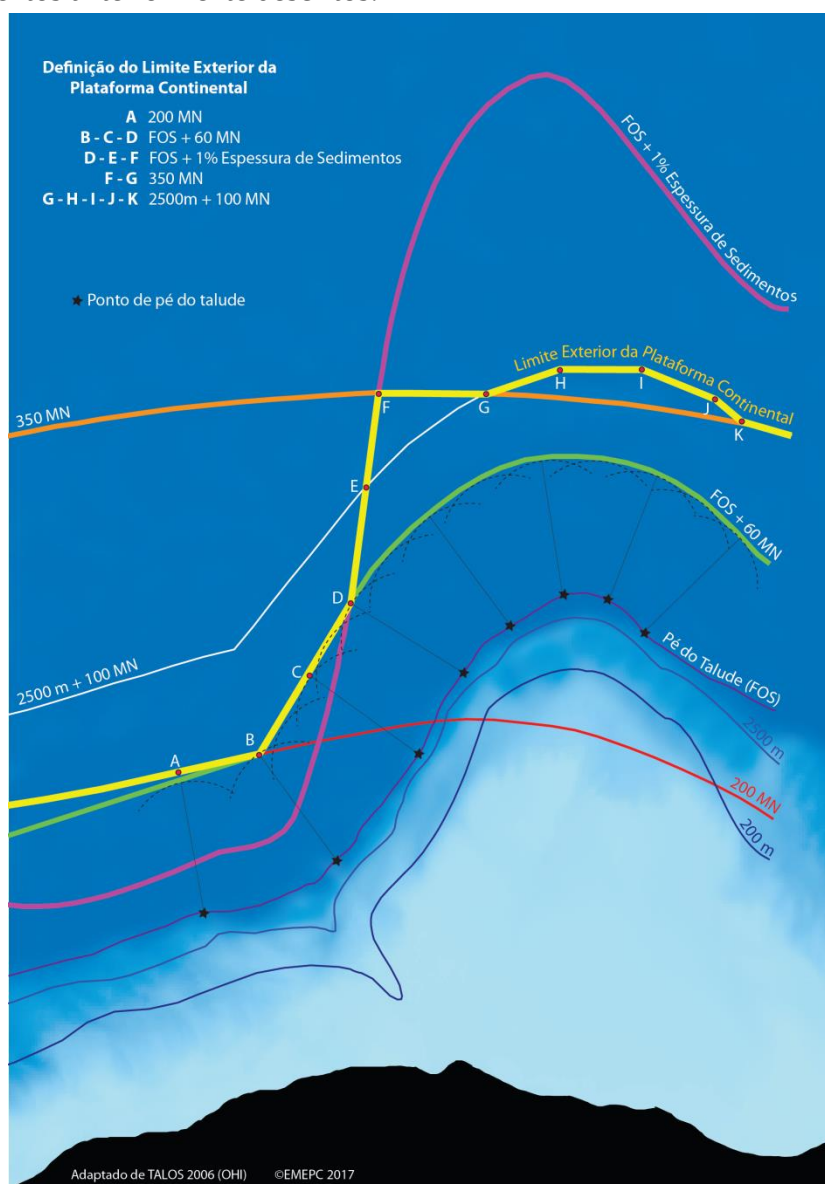


Figura 1. – Combinação de todos os critérios (fórmulas positivas e restritivas) para a determinação do Limite Exterior da Plataforma Continental (a amarelo) (Pinto de Abreu, 2012).

Como referido acima, o BEMC corresponde à linha mais favorável das que representam aquelas que unem pontos fixos que resultam, respetivamente, da aplicação das fórmulas de *Hedberg* e de *Gardiner*. No entanto, até ao ponto B representado na figura o LEPC coincide com a linha cujos pontos estão a 200 M das linhas de base do Estado costeiro, uma vez que a linha correspondente ao BEMC nessa área (FOS+60 M) se situa aquém desta distância. Entre os pontos B,C e D, o BEMC coincide com a linha FOS+60 M, visto que é mais favorável que a linha FOS+1% da espessura de sedimentos.

A partir do ponto D até ao ponto F a linha FOS+1% da espessura de sedimentos passa a ser mais favorável, sendo esta a que define o BEMC. Dos pontos F ao K, em que o BEMC é mais favorável que qualquer das fórmulas restritivas, o LEPC deixa de coincidir com este. Assim, entre os pontos F e G, o LEPC é definido pela linha das 350 M a contar das linhas de base, por ser esta a fórmula restritiva mais favorável. Nos restantes segmentos, até ao ponto K, a fórmula restritiva mais favorável é a linha batimétrica dos 2500 m+100 M, sendo esta que define o LEPC.

## 2. A proposta de extensão da plataforma continental de Portugal

A Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental (EMEPC) foi criada, por Resolução de Conselho de Ministros, em novembro de 2004 com a missão de preparar e dar continuidade ao processo de extensão da plataforma continental até à sua conclusão, nos termos previstos na CNUDM. A Proposta de Extensão da Plataforma Continental de Portugal foi entregue em maio de 2009 à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC) das Nações Unidas, aguardando-se, no quadro do normal funcionamento da CLPC, a nomeação da subcomissão que a irá apreciar. Até à sua constituição continua a ser possível proceder à aquisição de novos dados que reforcem a solução técnica apresentada na proposta submetida em 2009 (Figura 2).

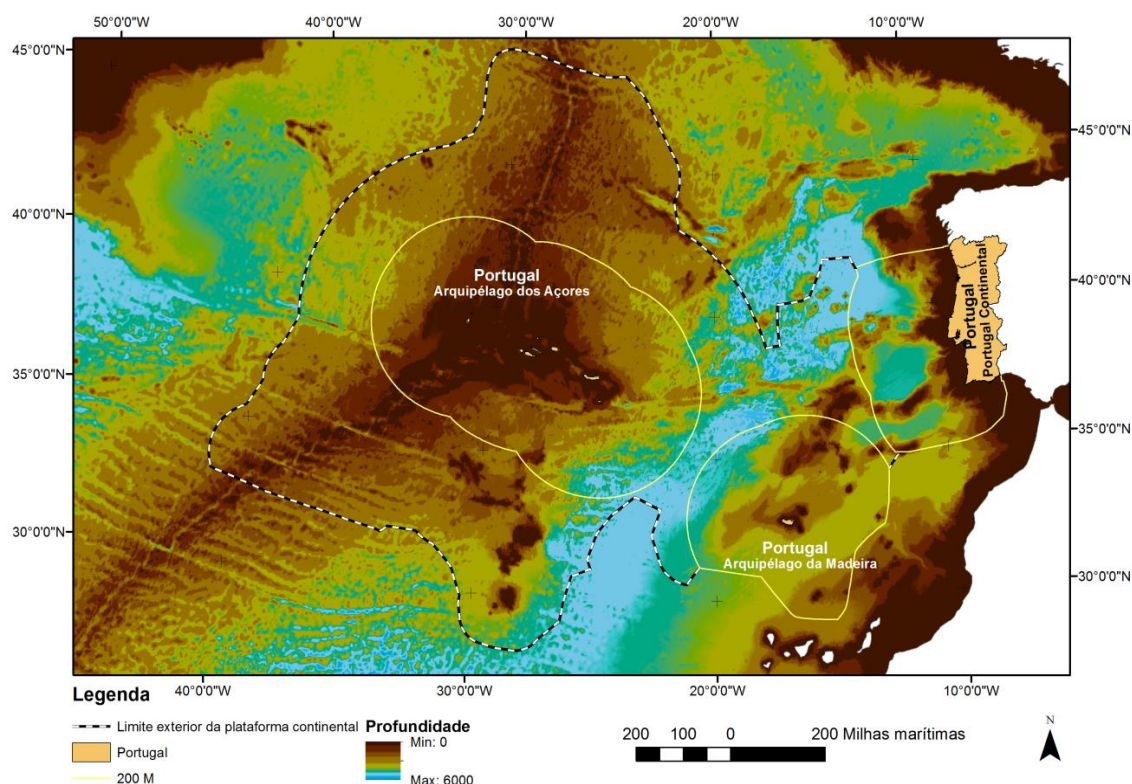


Figura 2 – Proposta de extensão da plataforma continental de Portugal para além das 200 milhas marítimas submetida por Portugal à CLCS a 11 de maio de 2009.

A proposta submetida por Portugal corresponde à 44.<sup>a</sup> registada num total atual de 77 submissões, estando já constituídas subcomissões até à 43.<sup>a</sup>, correspondente à submissão pelo Sri Lanka. Dada a complexidade e a extensão do *dossier* relativo à Submissão portuguesa,



bem como a constituição de uma nova CLCS a ser eleita em junho de 2017, o início da apreciação da proposta nacional só ocorrerá após esta data. Desde 2009, a EMEPC tem prosseguido o seu trabalho com a realização de campanhas oceanográficas para a aquisição de novos dados de batimetria, hidrografia, geologia e geofísica que permitem suportar e consolidar a argumentação técnica e científica apresentada na proposta de extensão (Figura 3).

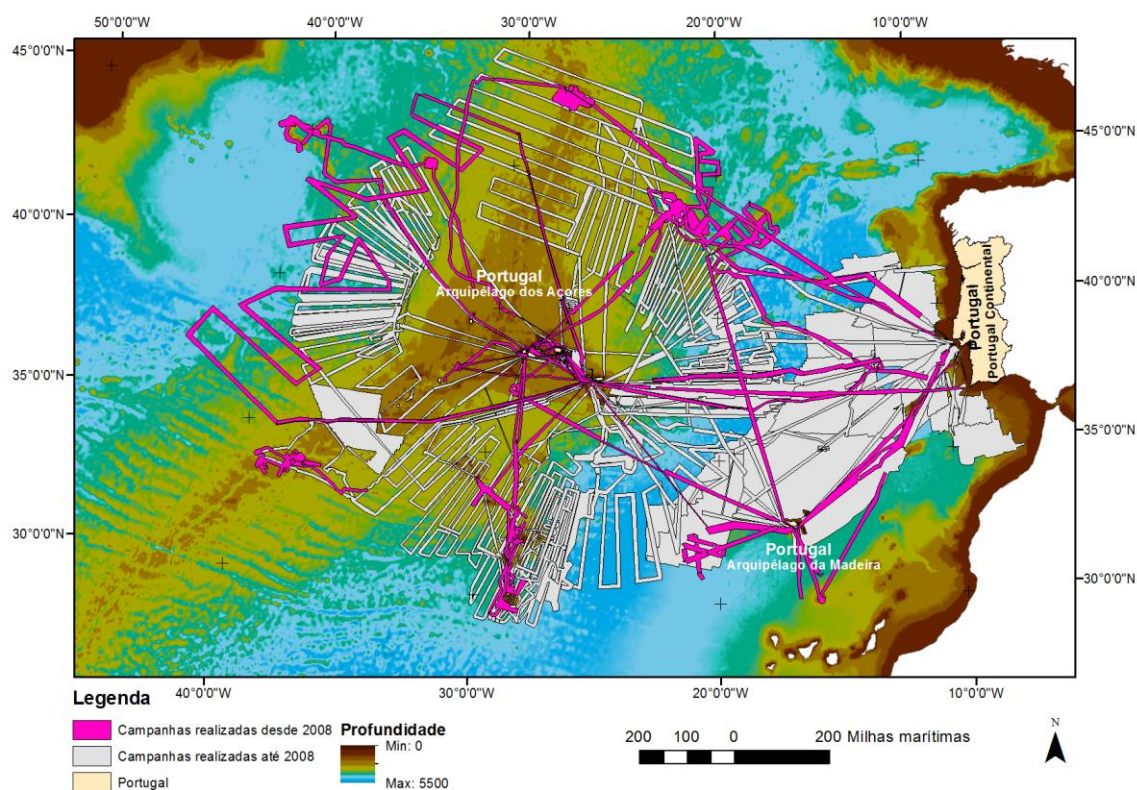


Figura 3 – Localização dos percursos das campanhas oceanográficas realizadas pela EMEPC com o objetivo de recolher dados relevantes (geologia/hidrografia/geofísica) para a proposta de extensão da plataforma continental de Portugal. A rosa estão representadas as campanhas realizadas desde 2008 e a cinzento as campanhas cujos dados constam da Submissão portuguesa.

A natureza do trabalho desenvolvido para a instrução da proposta portuguesa conduziu, necessariamente, ao reforço da capacidade técnica e científica de intervenção no mar profundo, projetando Portugal como um parceiro credível e reconhecido a nível internacional. Nesse sentido, e em particular desde 2008, a EMEPC é responsável pelo desenvolvimento, manutenção e operação do ROV Luso, com alcance até aos 6.000 metros de profundidade, assim como pela qualificação de recursos humanos para este tipo de operações, juntando Portugal ao grupo restrito de países com capacidade para pesquisar o mar profundo (Figura 4). Trata-se de um projeto de interesse nacional e que se encontra refletido nas inúmeras parcerias que foram sendo estabelecidas desde o seu início, desde a Marinha portuguesa e o Instituto Hidrográfico até aos centros de investigação e universidades, passando por outras instituições de carácter público ou privado com interesses na área do mar.



Figura 4 – Equipa ROV em operação num dos vários mergulhos realizados na Campanha Oceanográfica EMEPC/PEPC/LUSO/2016.

O PEPC tem constituído, igualmente, uma oportunidade para divulgar, de uma forma abrangente, o mar junto das escolas e do público infantil e juvenil. A nível universitário e científico destacam-se as atividades relacionadas com a inventariação da biodiversidade marinha no Mar português através do projeto M@rBis, as quais têm servido para alavancar vários projetos de investigação conduzidos por centros de investigação, universidades e institutos nacionais, por vezes em colaboração com outras entidades internacionais. Também a quantidade de informação recolhida e processada pela EMEPC conduziu à necessidade de criar bases de dados e de desenvolver a base de um sistema nacional de informação do mar (SNIMar).

### **3. Os recursos minerais associados à plataforma continental para além das 200 M**

O conhecimento adquirido no âmbito das atividades da EMEPC, em particular através da realização das campanhas oceanográficas, poderá servir de base ao desenvolvimento de uma estratégia para a prospeção de recursos naturais na plataforma continental. Os recursos vivos têm vindo a assumir um interesse crescente, a nível internacional, no desenvolvimento de atividades económicas relacionadas com a biotecnologia, em particular nas áreas da medicina e cosmética. Os recursos minerais do mar profundo têm sido, igualmente, alvo de uma série de projetos-piloto visando a sua exploração para a extração de metais de alta tecnologia.



Relativamente aos recursos minerais, é relevante salientar que a Nautilus, uma empresa de capital privado com sede no Canadá e Austrália, propõe-se começar a explorar em 2019 um depósito de sulfuretos polimetálicos associados ao campo hidrotermal designado por Solwara 1 situado no território marítimo sob jurisdição da Papua Nova Guiné. Os campos hidrotermais formam-se quando a água do oceano se infiltra para o interior da crosta ao longo das dorsais de alastramento oceânico. Ao ser aquecida pela proximidade do magma em profundidade, esta água é susceptível de transportar em solução e para a superfície do fundo marinho os metais que fazem parte da composição das rochas adjacentes. Quando este fluido entra em contacto com a água do mar fria, deposita aqueles metais sob a forma de minerais ricos em enxofre a que se dá o nome de sulfuretos. Estes sulfuretos são ricos em cobre (Cu), zinco (Zn), por vezes chumbo (Pb) e, frequentemente, com elevados teores de ouro (Au) e prata (Ag), podendo formar depósitos polimetálicos (também conhecidos como sulfuretos maciços) com dimensões apreciáveis constituindo, assim, um recurso mineral. A produção de cobre constitui o principal *driver* económico que viabiliza a materialização deste projeto da Nautilus suportado pela evolução das economias de países em desenvolvimento, com particular relevo para a China e Índia.

Apesar deste projeto para exploração de recursos minerais marinhos a profundidades de cerca de 1550 metros de profundidade seja considerado como revolucionário, a *Nautilus* encontra-se também interessada em explorar um outro tipo de recurso mineral marinho conhecido como nódulos polimetálicos. Ainda que a tonelagem deste tipo de recurso seja normalmente considerado como sendo largamente superior (vários biliões de toneladas) quando comparado com os depósitos de sulfuretos polimetálicos, o desafio tecnológico é também elevado já que os primeiros ocorrem, tipicamente, distribuídos ao longo das planícies abissais e situados a profundidades superiores a 4.500 metros. Os nódulos polimetálicos correspondem a concreções rochosas formadas pela deposição, à escala de mm por milhão de anos, de camadas concêntricas de óxidos e hidróxidos de ferro (Fe) e de manganês (Mn) em torno de um núcleo de cristalização. Para além destes metais, os nódulos acumulam também concentrações significativas de níquel (1.25 – 1.5% Ni), cobre (1–1.4% Cu) e cobalto (0.2 – 0.25% Co) entre outros.

A maior concentração de nódulos polimetálicos encontra-se descrita para o fundo do oceano Pacífico, entre as zonas de fratura de *Clarion-Clipperton* e para além das zonas sob jurisdição dos Estados costeiros. Nesses locais vigora o regime jurídico da *Area*, cujos recursos não vivos são considerados património comum da Humanidade, sendo geridos pela Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (ISA), com sede na Jamaica, criada ao abrigo da CNUDM. Os nódulos do oceano Pacífico foram amostrados pela primeira vez no decurso da expedição a bordo do *HMS Challenger*, tendo sido alvo de extensas campanhas de prospeção e de tentativas para a sua mineração por parte de consórcios internacionais durante a década de 70 do século XX. Atualmente, e desde 2001, são mais de 15 os países que estabeleceram um contrato com a ISA para a prospeção de nódulos polimetálicos (Figura 5). Incluem-se neste lote países industrializados (e.g. Alemanha, França, Federação Russa, Japão, Coreia do Sul, Reino Unido, Bélgica), bem como pequenos países em desenvolvimento (e.g. Nauru, Tonga, Kiribati, Ilhas Cook).

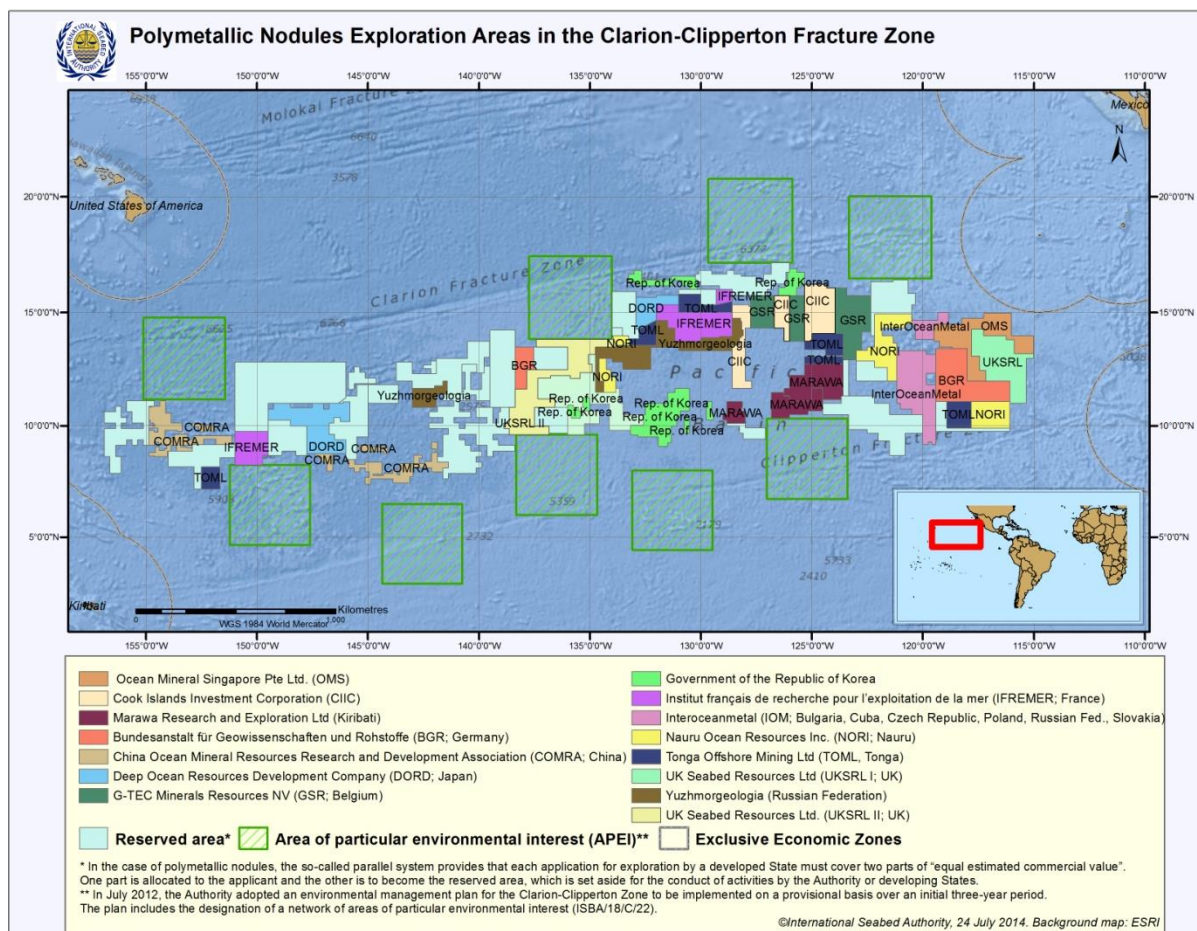


Figura 5 – Áreas de prospeção de nódulos polimetálicos no oceano Pacífico, entre as zonas de fratura de Clarion-Clipperton (Fonte: ISA).

Ainda no oceano Pacífico, a ISA mantém contratos para a prospeção de crostas de ferro e manganês com a China, Japão e Federação Russa (Figura 6). As crostas de ferro e manganês são formadas nos flancos dos montes submarinos por precipitação direta a partir da água do mar, formando “folhas” de óxidos e hidróxidos de manganês (Mn) e de ferro (Fe) paralelas ao substrato, podendo atingir espessuras máximas de cerca de 25 cm (ao ritmo de alguns mm por milhão de anos) entre os 800 e os 2500 metros de profundidade. As crostas de ferro e manganês constituem uma fonte potencial para uma enorme variedade de metais, destacando-se o cobalto (Co), telúrio (Te), níquel (Ni), platina (Pt), molibdénio (Mo), bem como os metais do grupo das terras raras.

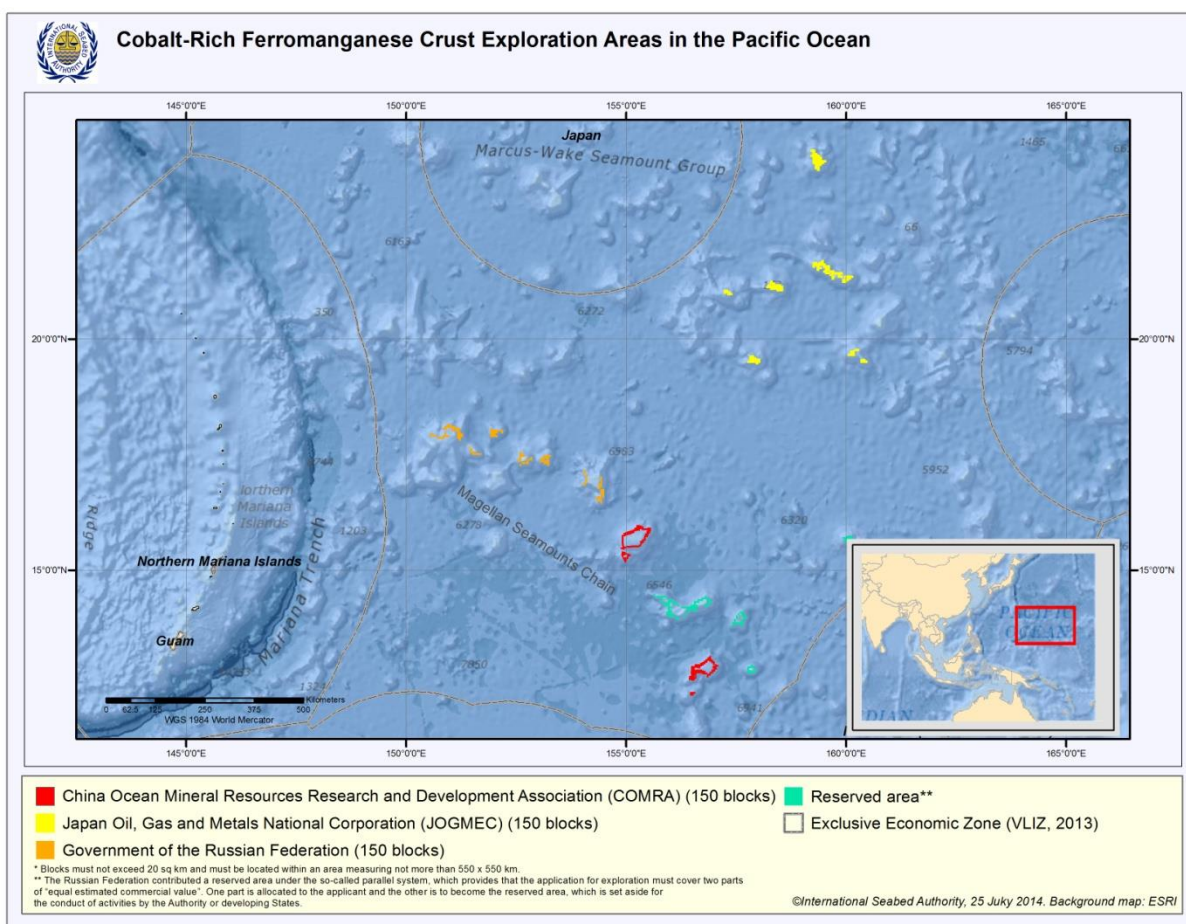


Figura 6 – Áreas de prospeção de crostas de ferro e manganês ricas em cobalto, no oceano Pacífico (Fonte: ISA).

Em particular, a concentração em terras raras tem chamado a atenção dos países com indústrias assentes no desenvolvimento de aplicações de alta tecnologia ou no âmbito da designada tecnologia verde, os quais têm sentido necessidade de possuir fontes alternativas ao fornecimento deste tipo de metais por parte da China (Figuras 7 e 8). Com efeito, a China tem imposto restrições à exportação de terras raras, com fortes efeitos negativos para os países cujo crescimento assenta na inovação e no desenvolvimento de aplicações industriais de alta tecnologia.



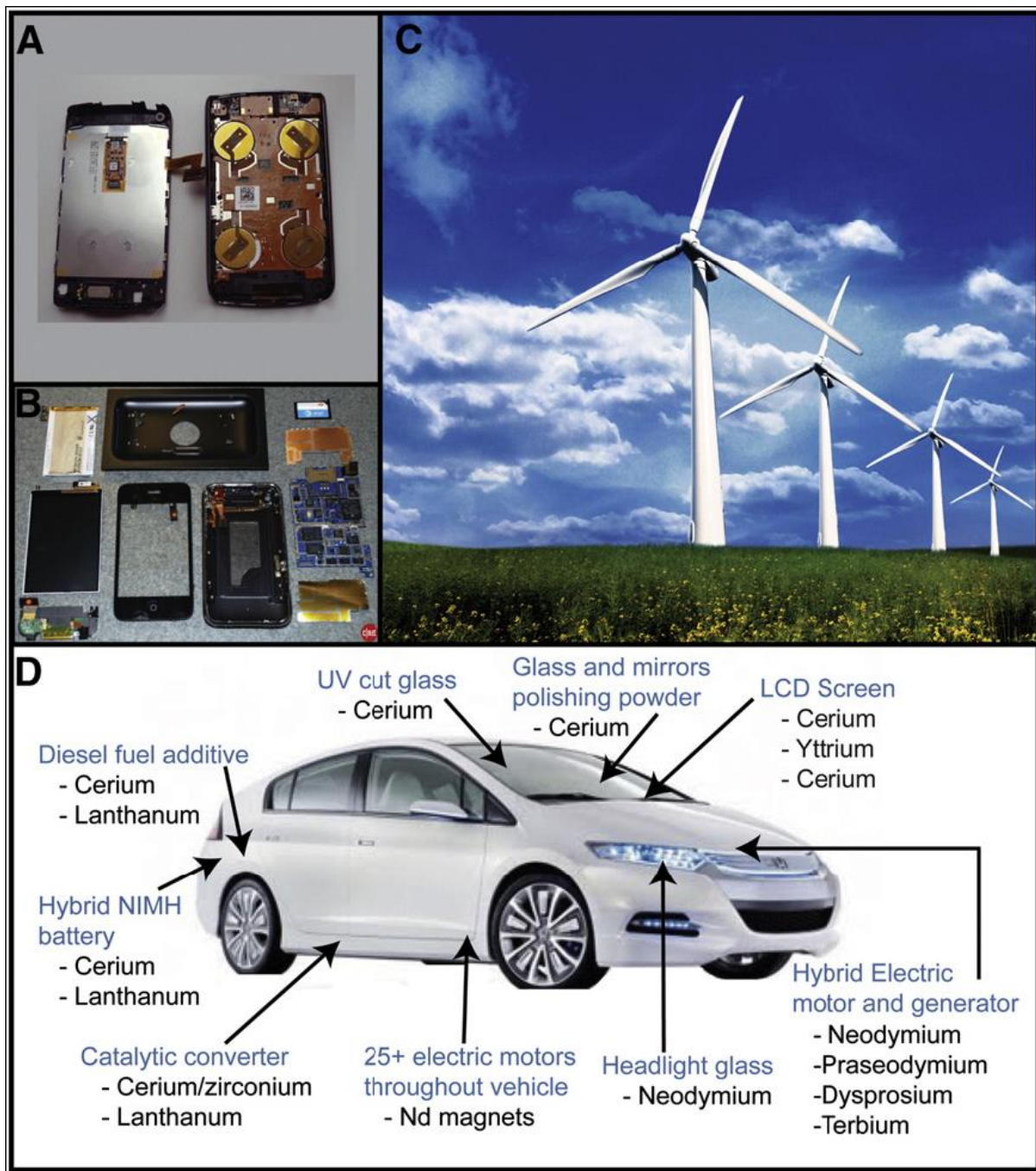


Figura 7 – Aplicações de terras raras em tecnologias modernas de alta tecnologia e no âmbito da tecnologia verde (adaptado de Hein et al., 2013).

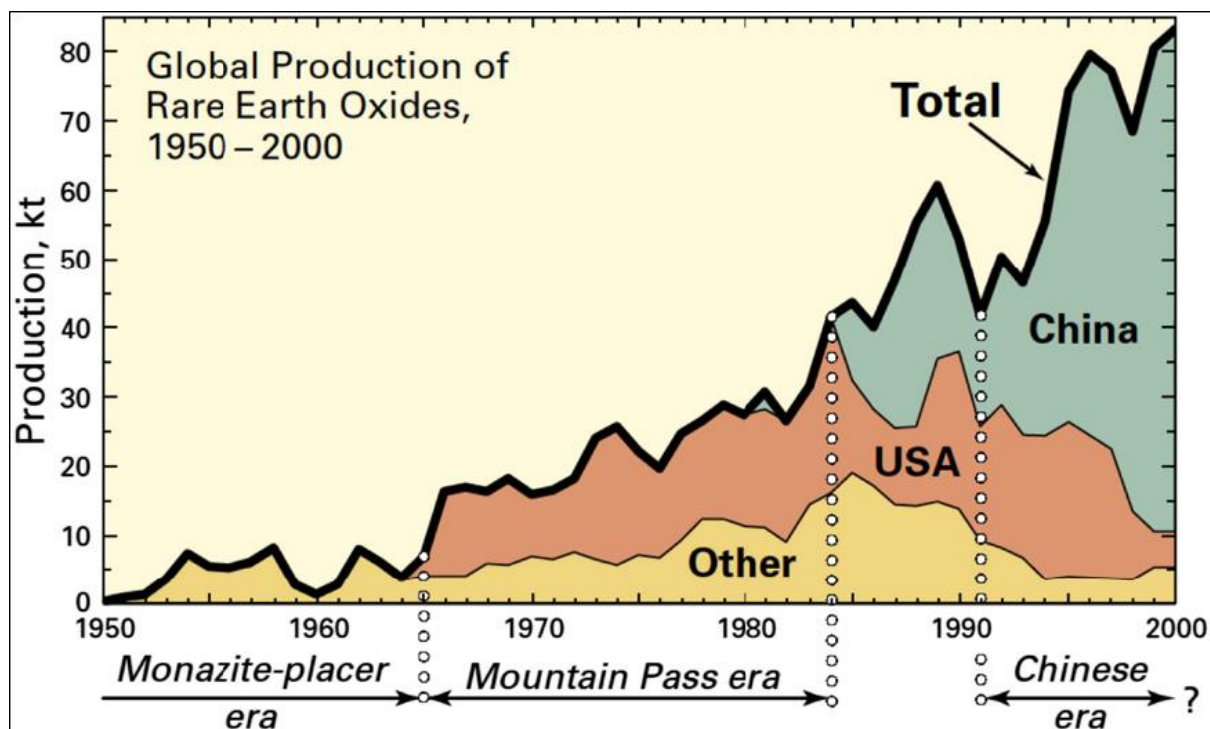
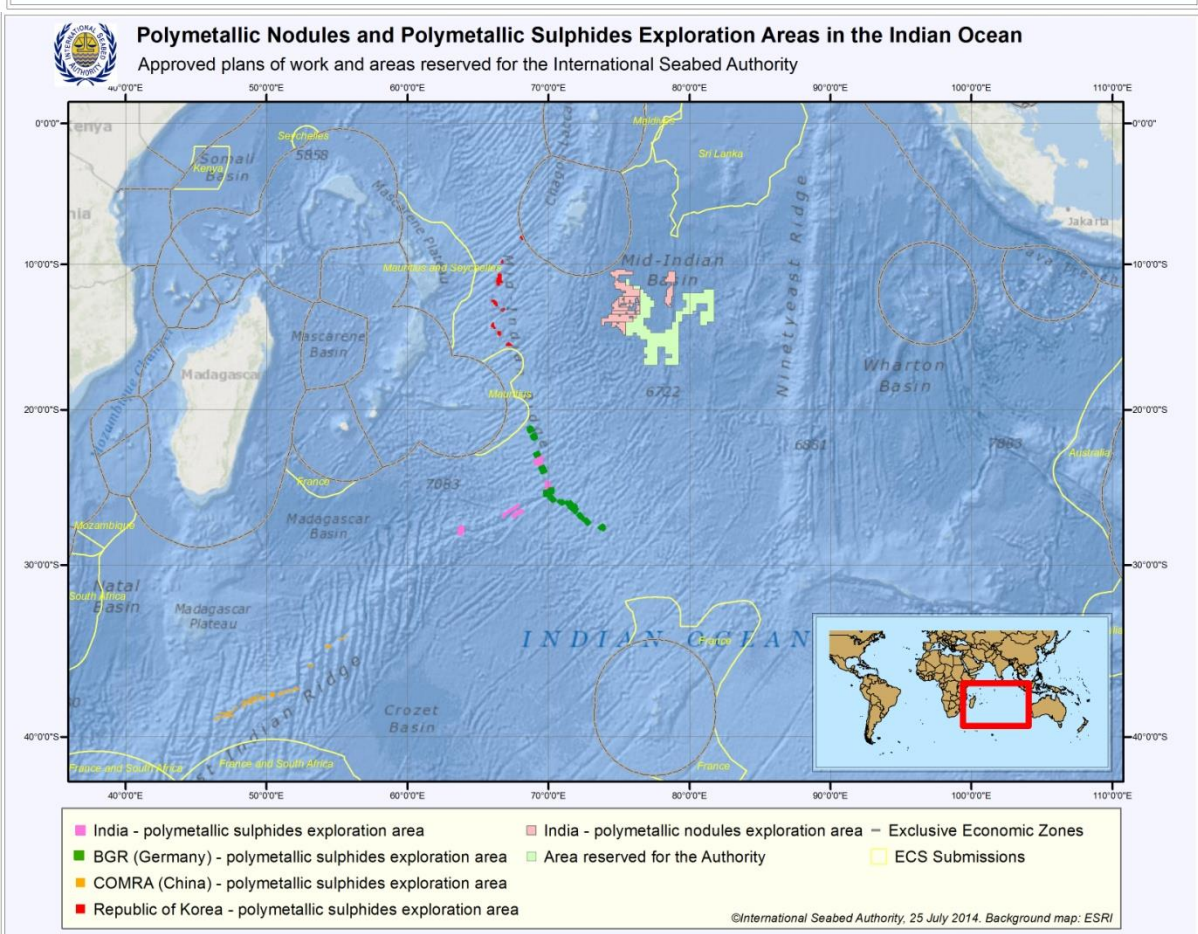
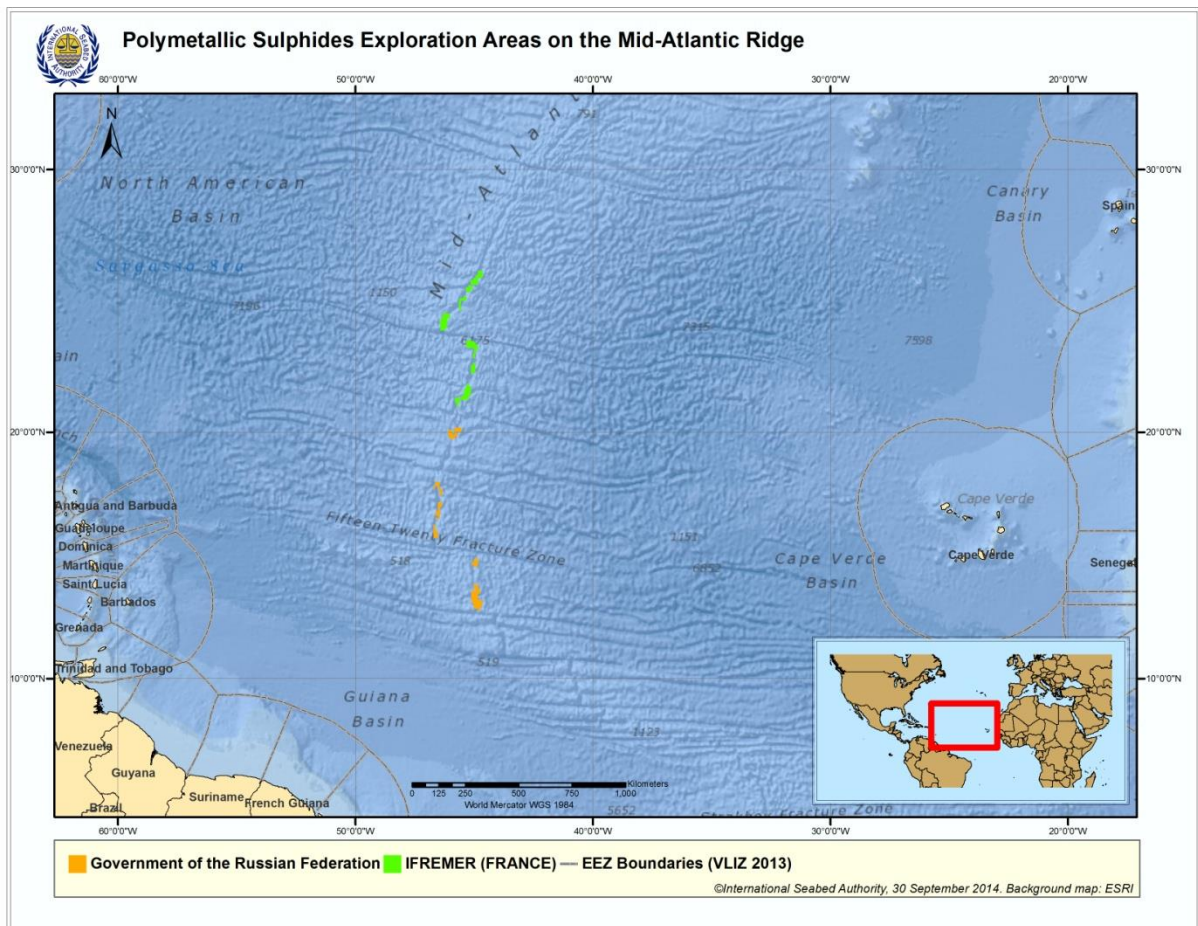


Figura 8 – Produção global de óxidos de terras raras entre 1950 e 2000; *Mountain Pass* corresponde à maior mina terrestre de terras raras nos EUA (adaptado de Haxel et al., 2002).

Para além do oceano Pacífico, a ISA mantém ainda contratos de prospeção no oceano Índico (nódulos polimetálicos e sulfuretos polimetálicos) e na bacia oceânica do Atlântico (sulfuretos polimetálicos e crostas de ferro e manganês), cujas áreas encontram-se representadas na figura 9.





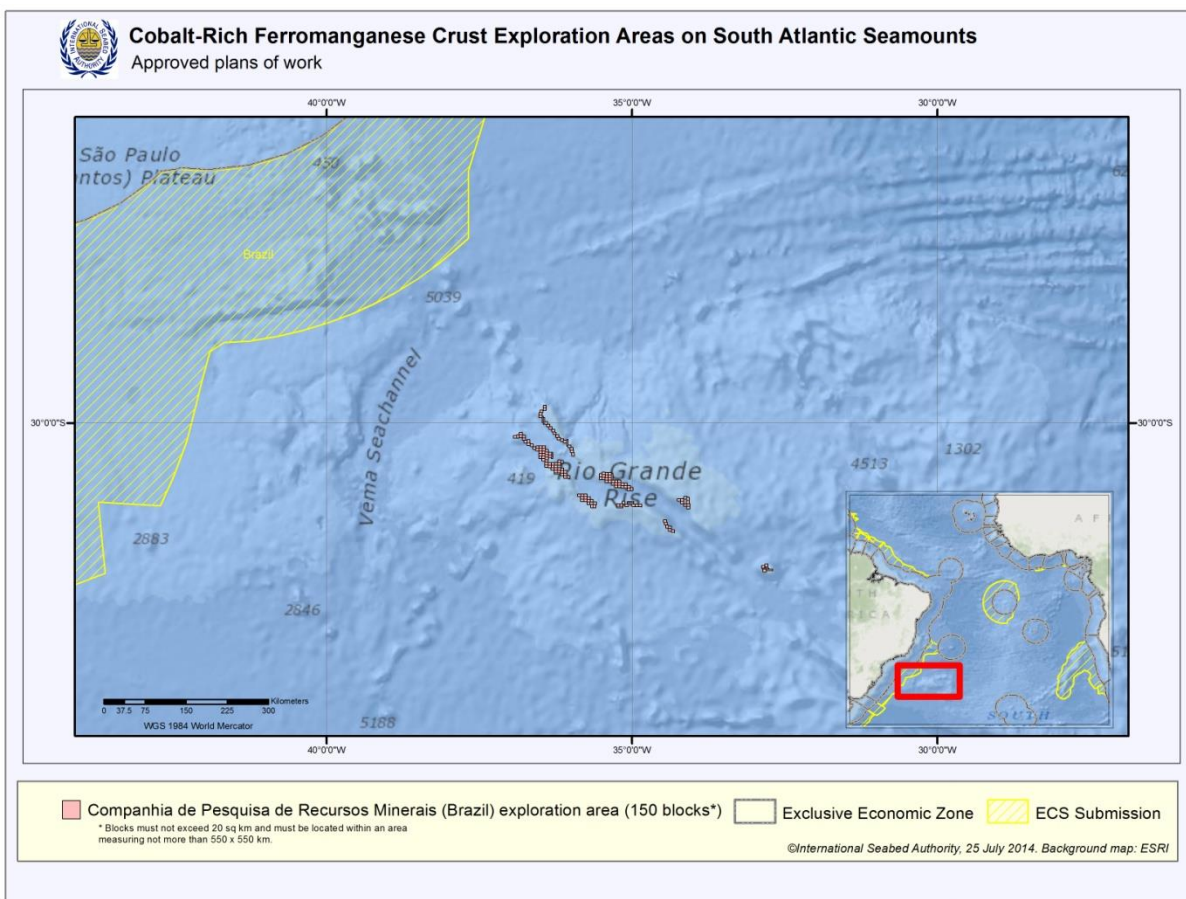


Figura 9 – Áreas de prospeção de nódulos polimetálicos, sulfuretos polimetálicos e crostas de ferro e manganês ricas em cobalto nos oceanos Índico e Atlântico (Fonte: ISA).

Refira-se que o número de contratos com a ISA para a prospeção de recursos minerais marinhos na *Area* tem vindo a subir consideravelmente desde 2010. Em boa parte, este interesse tem sido suportado pelos elevados teores nos metais de interesse que são observados nos recursos minerais marinhos quando comparados com aqueles existentes em terra. Por outro lado, são reconhecidas algumas vantagens na futura exploração destes recursos no mar. Os depósitos marinhos têm uma idade (geológica) muito mais recente quando comparada com os recursos em terra, não existindo praticamente cobertura sedimentar. Assim, na exploração dos recursos minerais marinhos não será necessária a remoção de grandes volumes de material estéril, ao contrário do que acontece na maioria das explorações em terra. Em parte associado com este facto, os impactos ambientais da atividade de exploração no mar são, potencialmente, muito menores do que em terra. A instalação de minas em terra tem impactos diretos nas populações que residem na proximidade (ruído, partículas em suspensão, possível contaminação de aquíferos) ao contrário do que acontece com a exploração no mar profundo. Por último, as plataformas de exploração de recursos minerais marinhos são móveis, ao contrário do que acontece com a instalação permanente de infraestruturas associadas à exploração de recursos minerais em terra.

#### 4. Oportunidades para Portugal

À escala da União Europeia, os recursos minerais marinhos têm sido considerados como uma fonte potencial de metais considerados fundamentais para o seu desenvolvimento, em particular para aqueles cujo fornecimento poderá ser condicionado por incertezas de ordem política ou ambiental, entre outras, dos países produtores. O potencial destes recursos é ainda acrescido pela estratégia de crescimento assumida pela União Europeia até 2020, a qual assenta no desenvolvimento de uma economia mais competitiva e de baixo teor de carbono.

Relativamente à plataforma continental de Portugal, apesar do conhecimento local sobre algumas ocorrências minerais cujo potencial é promissor, a sua caracterização como possível depósito, dimensão, tonelagem e concentração em metais com interesse industrial (incluindo a sua variação no espaço) é ainda desconhecida. Por outro lado, a futura exploração dos recursos minerais marinhos terá que satisfazer a condição de sustentabilidade, cuja definição terá que ser estabelecida com base em parâmetros que possam ser aferidos cientificamente. Assim, o desenvolvimento de novas atividades económicas relacionadas com o mar profundo assenta em dois pilares fundamentais e transversais a outros domínios de atividade: conhecimento e inovação tecnológica. Ambos constituem a base para o acesso estratégico à plataforma continental portuguesa que, apesar de vasta, é caracterizada por profundidades médias superiores a 3000 m.

*(Comunicação apresentada no Instituto de Estudos Académicos para Seniores, no ciclo de conferências O Mar, a 25 de outubro de 2016)*

#### Bibliografia

Haxel, Gordon B., Hedrick, James B. and Orris, Greta J., (2012). “Rare Earth Elements — Critical Resources for High Technology”. **USGS fact sheet**, 087-02, <https://pubs.usgs.gov/fs/2002/fs087-02>.

Hein, J.R., Mizell, K., Koschinsky, A., Conrad, T.A., (2013). “Deep-ocean mineral deposits as a source of critical metals for high- and green-technology applications: comparison with land-based resources”. **Ore Geology Reviews**, 51, 1–14.

Internacional Seabed Authority. <https://www.isa.org.jm/>

Pinto de Abreu, M., Coelho, P.N., Lourenço, N., Santos de Campos, A., Conceição, P., Costa, R., Dias, F.C., Martins, M.A., Neves, M., et al., (2012). *Extensão da Plataforma Continental – Um projeto de Portugal, seis anos de missão (2004-2010)*. EPUL, 227.