

CPRM

Serviço Geológico do Brasil

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIVISÃO DE GEOLOGIA MARINHA – DIGEOM

OCEAN CORE COMPLEX DERIVADO DE UMA NOVA INTERPRETAÇÃO BATIMÉTRICA NA DORSAL MESOATLÂNTICA

Marcos Nóbrega II – marcos.nobrega@cprm.gov.br

(1)Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Divisão de Geologia Marinha, Departamento de Recursos Minerais (DEREM).

(1)Heliásio A. Simões; (1)Christian Michel Lacasse; (1)Roberto V. Santos; (1)Ivo B. M. Pessanha; (1)José Adilson Dias Cavalcanti;(1)Francisco Edson M. GomesI; (1)Eugênio P. Frazão; (1)Guilherme R. Bezerra;(1)Ronaldo Gomes Bezerra;(1)Mauro Lisboa Souza;(1)Maria Aline Lisniowsk

Porto Alegre, RS

2016

INTRODUÇÃO

OCEAN CORE COMPLEX DERIVADO DE UMA NOVA INTERPRETAÇÃO
BATIMÉTRICA NA DORSAL MESOATLÂNTICA

OBJETIVO

- ❑ PROJETO PROCORDILHEIRA
 - ❑ HIDROTERMALISMO
 - ❑ SULFETOS POLIMETÁLICOS

- ❑ NOVA BATIMETRIA
- ❑ MAPEAMENTO PRELIMINAR ESTRUTURAL
- ❑ “OCEAN CORE COMPLEX”

INTRODUÇÃO

OCEAN CORE COMPLEX DERIVADO DE UMA NOVA INTERPRETAÇÃO BATIMÉTRICA NA DORSAL MESOATLÂNTICA

- ❑ Novas descobertas de campos hidrotermais
 - ❑ **Depósitos tipo Chipre para VHMS (Sulfetos Maciços)**
 - ❑ **Depósitos do tipo SEDEX,**
- ❑ levam a CPRM a estudar a mesoceânica no Atlântico Equatorial.

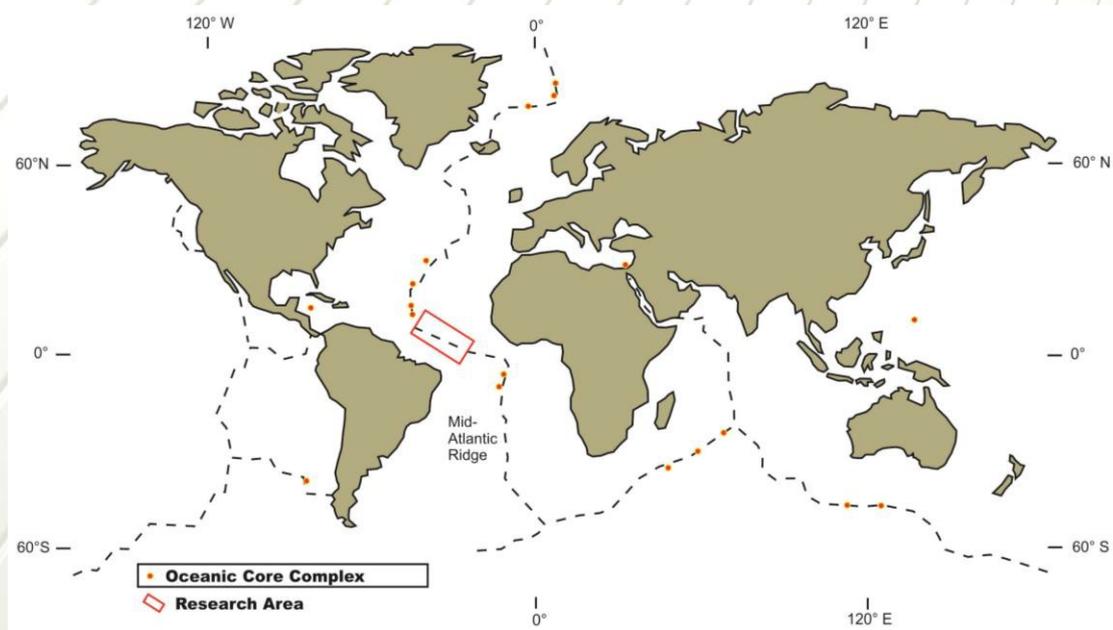
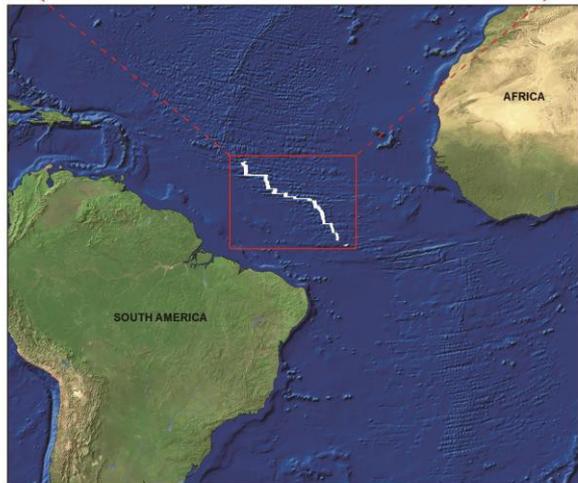
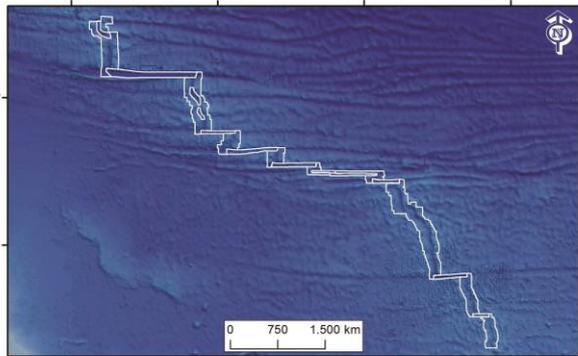
- ❑ Mesoceânica do Pacífico Leste e Oeste
 - ❑ **rápido a muito rápido** (50 a 180 mm/ano)
 - ❑ Primeiro campo hidrotermal 1977
 - ❑ **Alto** número de **campos hidrotermais conhecidos**
 - ❑ Rochas hospedeiras **basálticas** (basaltos / andesitos).
 - CALHA ESCANABA; BACIA GUAYAMAS (EPR)
 - BACIA LAU (WPR)

- ❑ Mesoceânica no Atlântico com:
 - ❑ **Taxas Lento (30 a 40 mm/ano)**
 - ❑ Primeiro campo hidrotermal **TAG** 26°N Lat ano de **1985**
 - ❑ **Baixo** número de campos hidrotermais conhecidos
 - ❑ Rochas hospedeiras **basálticas** e **ultramáficas** (OCC – Ocean Core Complex).
 - ❑ Década de 90 apresenta outras descobertas importantes como: **Logatchev**, Snakepit, Broken Spur, Luck Strike, Menz Gwen.

INTRODUÇÃO

OCEAN CORE COMPLEX DERIVADO DE UMA NOVA INTERPRETAÇÃO BATIMÉTRICA NA DORSAL MESOATLÂNTICA

- ❑ **Ocean Core Complex** segundo Macleod et al., 2011 e Cherkashov et al., 2010, seria **uma exudação do manto**.
- ❑ Seria conduzido por falhas de alto ângulo a princípio (70°) e suavizado no tempo geológico para (30°), aplainada no topo.
- ❑ Frequentemente mostram estrias perpendiculares a direção de acreção da MAR (Mid Atlantic Ridge)
- ❑ Assembleia mineral com valor econômico mais elevado como sendo: Fe, Cu, Zn, In, Au, Ag, Co e Ni.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO

METODOLOGIA

- ❑ Quatro campanhas oceanográficas: 2012 e 2013
- ❑ Dados adquiridos pelo **ecobatimetro multifeixe** de casco **SEABAT 7150** de 12 kHz da **TELEDYNE RASON**.
 - ❑ **espassamento de linha de 6km**
 - ❑ **Comprimento de linha de 50 km**
 - ❑ Extensão total de **área linear 2000 km**
 - ❑ Área mapeada aprox. **100.000 km²**, NW-SE (**0 ° a 12 ° Lat. N.**)
- ❑ **magnetometria e gravimetria** problemas de posicionamento geográfico

METODOLOGIA



EMBARCAÇÃO OCEAN STALWART



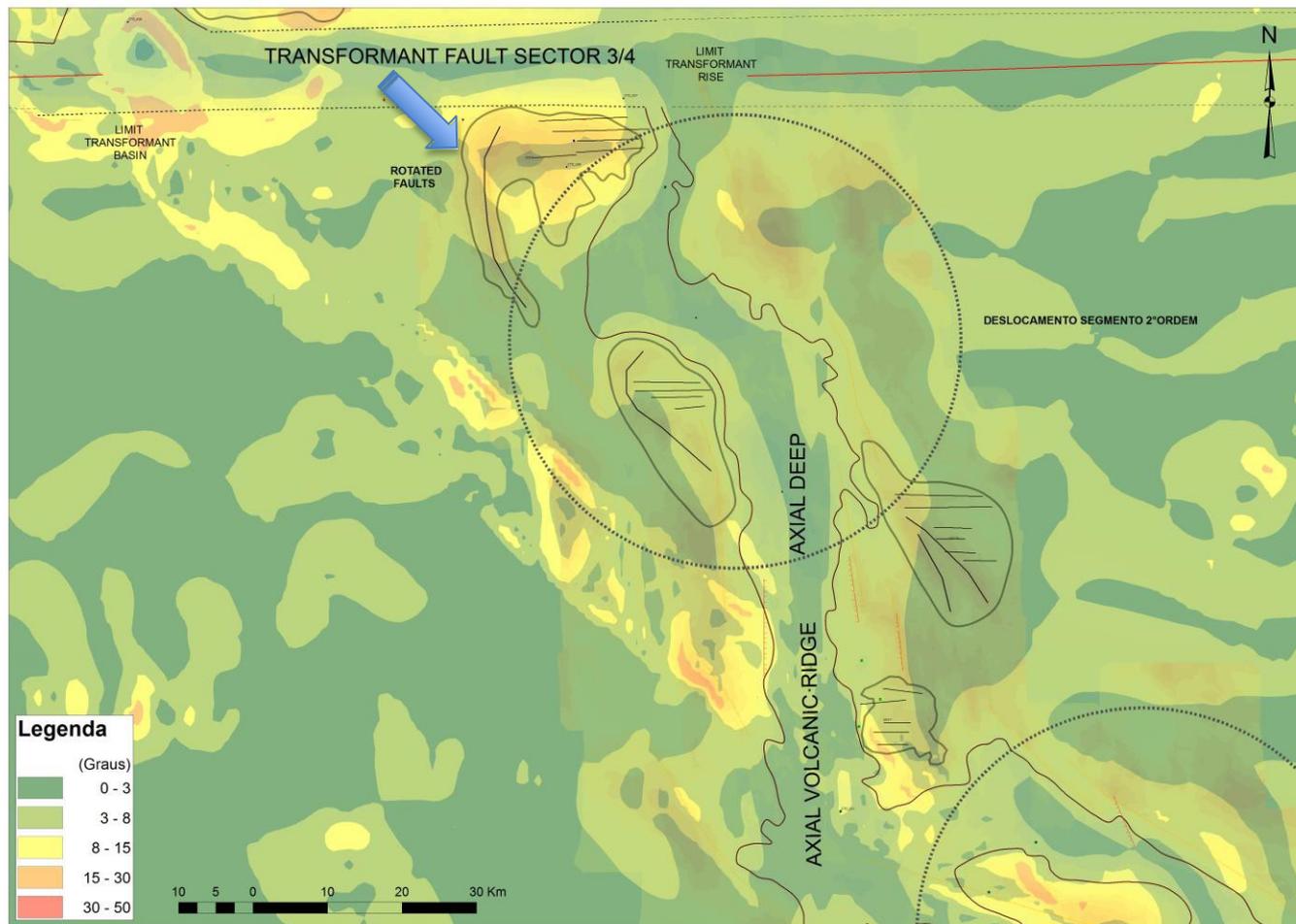
METODOLOGIA

- Foi gerado o **mapa de declividade** estabelecendo como padrão de relevo o estabelecido pela EMBRAPA (1979) em graus: Realça Cristas Vales
 - 0 – 3° PLANO
 - 3 – 8 ° SUAVE ONDULADO
 - 8 – 20 ° ONDULADO
 - 20 – 45 ° FORTE ONDULADO
 - 45 – 75 ° MONTANHOSO
 - > 75 ° FORTE MONTANHOSO

- Geramos perfis E-W sucessivos para caracterizar o vale axial da MAR

METODOLOGIA

MAPA DE DECLIVIDADE (regional) evidenciando no setor 3 um possível OCC na forma de colina com declividade maior chegando a 30° (forte ondulado) e no topo suave a 3° (plana).



METODOLOGIA

- ❑ A partir da confrontação entre dados de:
 - ❑ **gravidade bouguer regional,**
 - ❑ **morfologia do assoalho oceânico**
 - ❑ **padrões de falhas e estrias perpendiculares entre si**
- ❑ Serviram de base para delimitar dez (10) possíveis estruturas de OCC.

METODOLOGIA

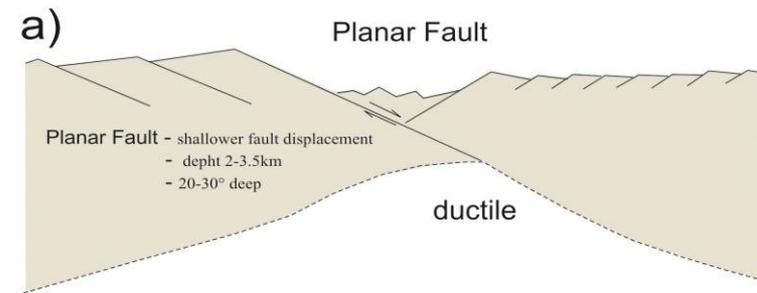
Características avaliadas para inferir OCCs.

OCC	SECTOR	SLOPE	BOUGUER (mGals)	STRIATIONS	1st ORDER	2d ORDER	CTD (Mn nmol/L)	AREA (km ²)
01	01	~ 15°/30°	172	high	X		*	116,03
02	01	~ 15°/30°	157	high	X		*	156,74
03	02	~ 15°/30° 60°	175	medium	X		*	90,77
04	02	~ 15°/30° 60°	169	low	X		*	116,31
05	03	~ 15°/30°	179	high	X	X	*	47,57
06a	03	~ 15°/30°	170	low	X	X	~40	194,09
06b	03	~ 15°/30°	169	low	X	X	~40	81,41
07	03	~ 15°/30°	184	low	X	X	~60	87,71
08	03	~ 15°/30°	192	high	X	X	*	248,48
09	08	~ 15°/30°	203	high	X		~40	227,93
10	09	~ 15°/30°	199	high	X		~40	372,36

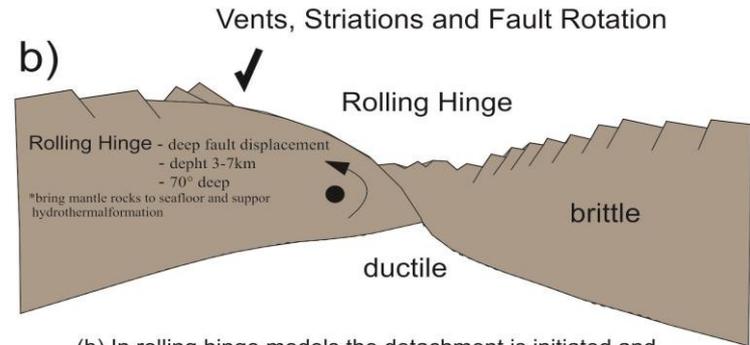
METODOLOGIA

- ❑ Dois modelos de formação de OCC (Macleod et al., 2011).
- ❑ Falhas normais – 2-3 km
- ❑ Rolling Hing (chave e fechadura) – Falhas Listricas 3-7 km

(Modificado de Macleod et al., 2011)



(a) Planar models invoke a shallow subsurface geometry to the detachment fault, which is initiated and slips at a low angle. No significant tectonic rotation is implied in the detachment footwall.



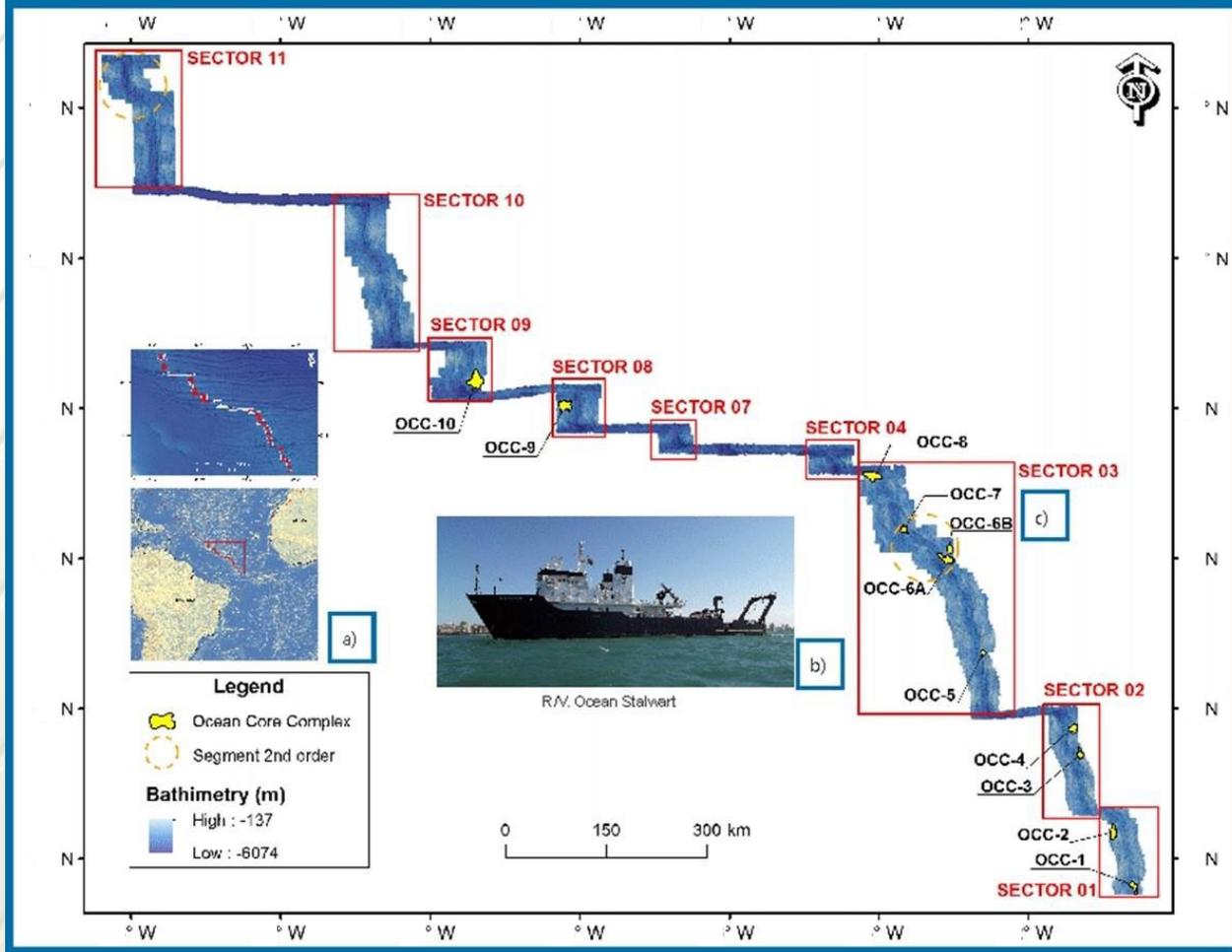
(b) In rolling hinge models the detachment is initiated and slips at a steep angle, flattening and becoming inactive as it is brought toward the surface in response to flexure and unloading

RESULTADOS

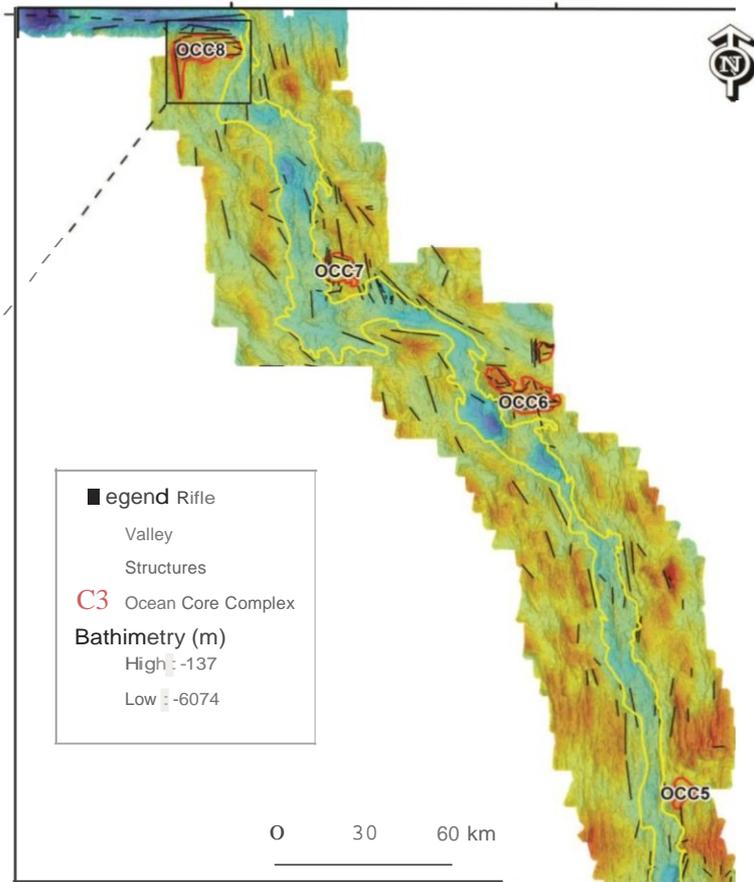
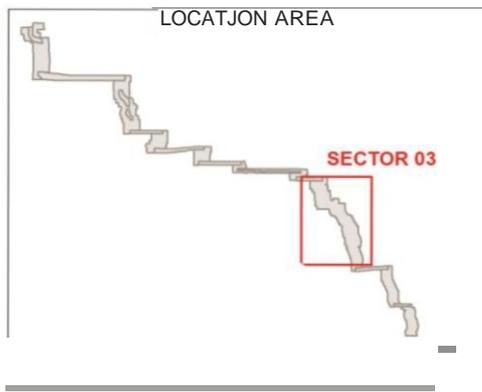
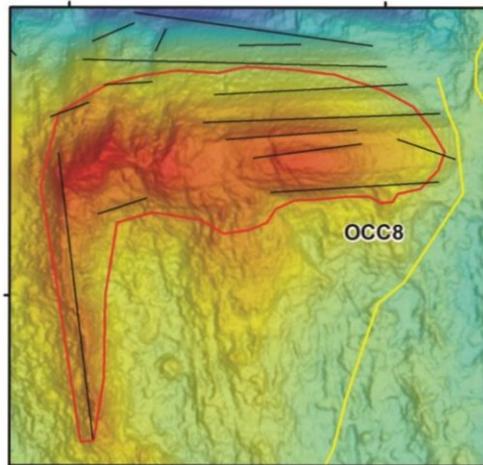
- ❑ A morfologia variou entre plano a montanhoso.
- ❑ Há fortes evidências de presença de OCC .
- ❑ Foram destacados 10 possíveis sítios hidrotermais de rochas ultramáficas referenciados aos setores 01, 02, **03, 05, 08, 09** e 10 .
- ❑ O modelo de chave e fechadura é o que mais se adequa a formação de OCC para a mesoceânica no Atlântico.
 - ❑ Por ser lento o espalhamento oceânico
 - ❑ Por ser mais espesso do que as do pacífico

RESULTADOS

Área de pesquisa setorizada evidenciando possíveis OCCs em amarelo.



RESULTADOS



Possível Ocean Core Complex na região norte do setor 3.

DISCUSSÕES

- **Cherkashov** (2010) indentificou depositos contendo Fe,Cu,Zn,Au,Ag,Co e Ni nos distritos de **Semyenov** e **Ashadze** ao norte da área estudada.
- Potencial mineral diferenciado
 - Reservas minerais hospedadas em rochas Ultrabásicas (U)
 - Reservas minerais hospedadas em rochas Basálticas (B)

DISCUSSÕES

Para efeitos de comparação: (ppm = g/t) e (1% = 10000 ppm)

- ❑ Au no continente (open pit) teor de corte de 1 a 1,2 ppm
- ❑ Mina subterrânea acima de 5 ppm
 - ❑ Depósitos minerais marinhos podem chegar a teores > 12 ppm.
- ❑ Para a Ag **60 ppm (open pit)**
 - ❑ depósitos marinhos com teores > **100 ppm**).
- ❑ No caso do Cu **teor de corte** poderia estar em **0,4%**
 - ❑ Depósitos marinhos encontrados podem superar os 17% .

Comparativo entre sítios hidrotermais próximos a área de estudo no Atlântico Equatorial.

	Ashadze-1 (U/B)	Ashadze-2 (U/B)	Semyenov (U/B)
Fe, %	27.86/10.73	32.08/8.2	34.3/10.47
Cu, %	10.52/9.59	17.7/14.65	2.48/5.66
Zn, %	17.64/19.34	0.83/1.25	2.39/6.37
Au, ppm	3.5/3.4	11.1/7.6	3.6/8
Ag, ppm	87.7/152	7.8/9.8	53.3/123
Co, ppm	1975/2065	1148/643	285/552
Ni, ppm	163/455	22/26	21/30
N	97	51	21

A água do mar é uma solução complicadíssima de muitas substâncias. O principal componente dissolvido na água do mar é o cloreto de sódio, sal comum. Além de sódio e cloro, os principais elementos na água do mar são o magnésio, enxofre, cálcio, potássio, bromo, carbono, nitrogênio e estrôncio. Juntos, estes 10 elementos compõem mais de 99 % dos materiais dissolvidos nos oceanos. (fonte: www.quimica.net/emiliano)

CONCLUSÕES

- ❑ POSITIVOS
- ❑ Potencial Econômico promete ser elevado
- ❑ Equipamentos mobilizados se deslocaria junto com as embarcações após término dos trabalhos
- ❑ Desenvolvimento tecnológico
- ❑ Conhecimento dos oceanos não somente para recursos minerais mas também para o meio ambiente (biota).
- ❑ NEGATIVO
- ❑ Estágio inicial das pesquisas
- ❑ investimentos elevados e a dificuldade de quantificar com maior exatidão as prováveis reservas existentes.

PREVISÃO DA CONTINUIDADE DOS TRABALHOS

- ❑ Fase 2 – Consistirá de dois cruzeiros oceanográficos utilizando:
 - ❑ LADCP (Lowered Acoustic Doppler Current Profile) com Nefelômetro+CTD,
 - ❑ Rosete - Coleta de água para ser analisada pela metodologia da Voltametria (1 nmol/L).

- ❑ Fase 3 – Consistirá de dois cruzeiros oceanográficos utilizando:
 - ❑ AUV - veículo subaquático não tripulado
 - ❑ ROV - veículo operado remotamente
 - ❑ Dragagens em prováveis sítios hidrotermais não ativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chapin, T. P., "Determination of manganese in seawater by flow injection analysis with chemiluminescence detection" 1990. Master's Theses. Paper 3251. http://scholarworks.sjsu.edu/etd_theses/3251
- Cherkashov, G., V. Bel'tenev, V. Ivanov, L. Lazareva, M. Samovarov, V. Shilov, T. Stepanova, G. P. Glasby, and V. Kuznetsov. 2008. Two new hydrothermal fields at the Mid-Atlantic Ridge. *Marine Georesources & Geotechnology* 26(4): 308–316.
- Cherkashov, G., Poroshina I., Stepanova T, Ivanov V., Bel'tenev V., Lazareva, L., Rozhdestvenskaya, I., Samovarov, M., Shilov, V., Glasby, G.P., Fouquet, Y., Kuznetsov, V. 2010, Seafloor massive sulfides from the Northern Equatorial Mid-Atlantic Ridge: New discoveries and perspectives, *Mar. Georesour. Geotechnol.*, 28(3), 222–239.
- Donna, L Whitney, C Teyssier, P Rey, WR Buck. 2012, Continental and oceanic core complexes. *Geological Society of America Bulletin* 125 (3-4), 273-298.
- MacLeod, C.J., Carlut, J., Escartin, J., Horen, H., and Morris, A., 2011, Quantitative constraint on footwall rotations at the 15°45'N oceanic core complex, Mid-Atlantic Ridge: Implications for oceanic detachment fault processes: *Geochemistry Geophysics Geosystems*, v. 12, Q0AG03, doi:10.1029/2011GC003503.
- Smith, D.K., J. Escartín, H. Schouten, and J.R. Cann, 2012. Active long-lived faults emerging along slow-spreading mid-ocean ridges. *Oceanography* 25(1):94–99, <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2012.07>.

FIM