

O Potencial Exploratório do Espelho do Pré-Sal

Pedro Victor Zalan

ZAG Consultoria em Exploração de Petróleo

www.zalan.com.br

zag@zalan.com.br

Rio de Janeiro, 25/11/2019



Trabalho de consultoria realizado para a Spectrum
Dados sísmicos e Resultados da Interpretação propriedade da TGS/Spectrum



TGS





Alguns números impressionantes do Pré-Sal...

Petrobras descobriu ~40 Gboer (*Proved and Contingent Resources*)

- 3 **super-gigantes** Búzios/Franco: 35 Gboeip/7.0-13.2 Gboer, Tupi: 17.7 Gboeip/8.3 Gboer, Iara Complex > 5 Gboer
- 9 gigantes (>0,5 Gbor<5,0 Gbor): Sapinhoá, Libra/Mero, Carioca/Lapa, Iracema/Cernambi, Carcará, Sagitário, Júpiter, Pão de Açúcar e o Pré-Sal do Parque das Baleias
- 99 poços produzem 1.551.000 bopd. 40 poços > 40.000 bopd - EWT Libra = 45,000 bopd; 58,359 boepd (8") - 35,000 bopd (6"). Poço Buz-10 = **65,000 bopd**. P-75 alcançou platô com 3 poços apenas (150,000 bopd, Julho 2019)
- Custo de Extração Break-even = \$ 35-40 boe
- Largest unofficial net pay reservoirs found in Pre-Salt = ~ > 500 m ??? (Peroba Prospect)
- Largest known net pay oil found in Pre-Salt = 530 m (Sururu Field)
- Other remarkable net pays:
 - 471 m Carcará (402 m carbonate + 69 m volcanics)
 - 438 m Franco SW
 - 313m (gas) + 87 m oil (Apolonia, Jupiter satellite)
 - 260 m Jupiter (gas)
 - 186/130 m Sapinhoá
 - 159 m Sagitário
 - 140 m Cernambi/Lula NW
 - 70 m Tupi/Lula
- Structural closure Tupi+Cernambi/Tupi NW = 1150 km²





"Espelho do Pré-Sal"???

Pouco adequado... não aconselhável a continuação do uso do termo...

UM 'ESPELHO DO PRÉ-SAL' À VENDA

Governo quer leiloar nova fronteira do petróleo e ampliar reservas em 50%

MANOEL VESENTINI
BRUNO BASSA

O governo quer abrir uma nova fronteira de exploração de petróleo à iniciativa privada, em uma área do tamanho do pré-sal. O Ministério de Minas e Energia pretende incluir em leilão, nos próximos dois anos, bloco

de 200 mil quilômetros quadrados de riquezas imensas no litoral. Desde 2008, após o fim da crise, há um mês a primeira licitação pública em leilão, com sua ampliação dos limites da plataforma continental de 200 para 300 milhas no litoral Sul. Esse reconhecimento já corresponde a um aumento de 130 mil quilômetros quadrados — o equivalente ao território da Uruguai — na área que pode ser explorada economicamente.

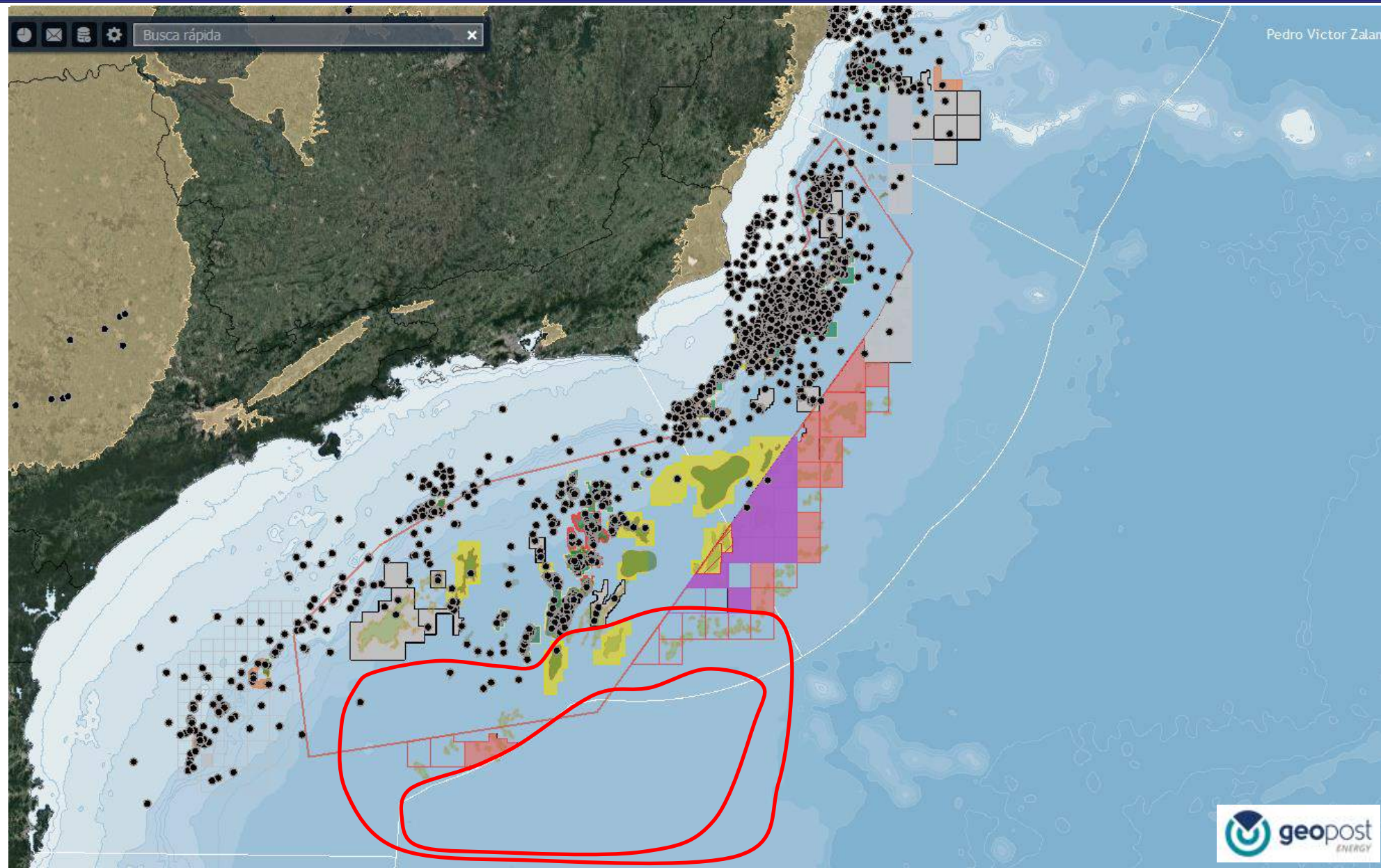
ONU. Por isso, o governo brasileiro pretende fazer o mesmo a partir de 2020. A Convenção da ONU sobre o Direito do Mar estabelece, no entanto, que a exploração econômica dessa faixa marinha costeira deve gerar pagamentos à Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos de até 7% do valor da produção, caso o país não seja "importador substancial" do petróleo. Uma reunião foi marcada entre autoridades

RIQUEZA MARÍTIMA ALÉM DOS LIMITES





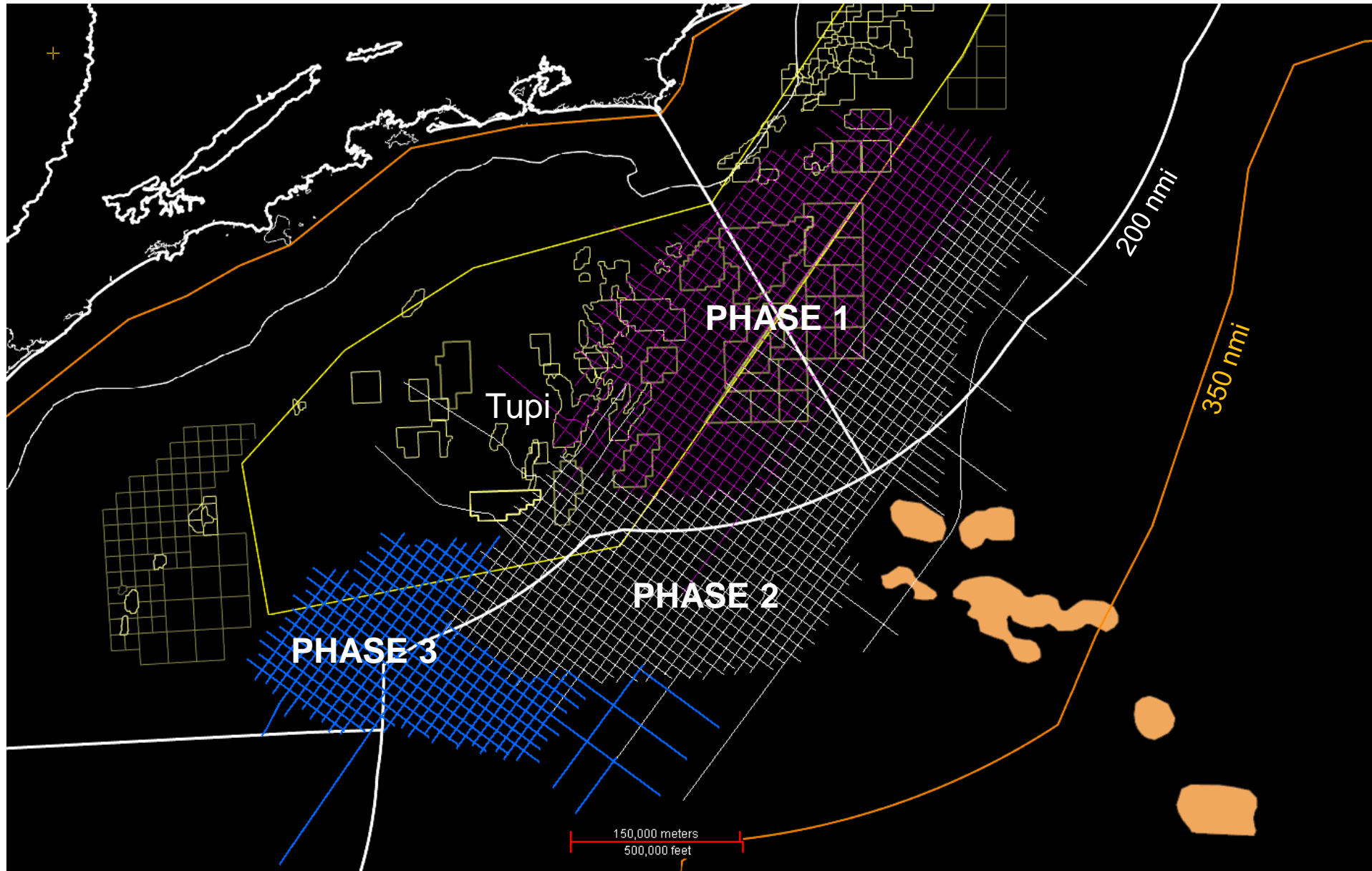
Bacias de Campos e Santos - Campos descobertos, campos em produção, blocos exploratórios concedidos até a 16ª Rodada e poços exploratórios





Bacias de Campos e Santos

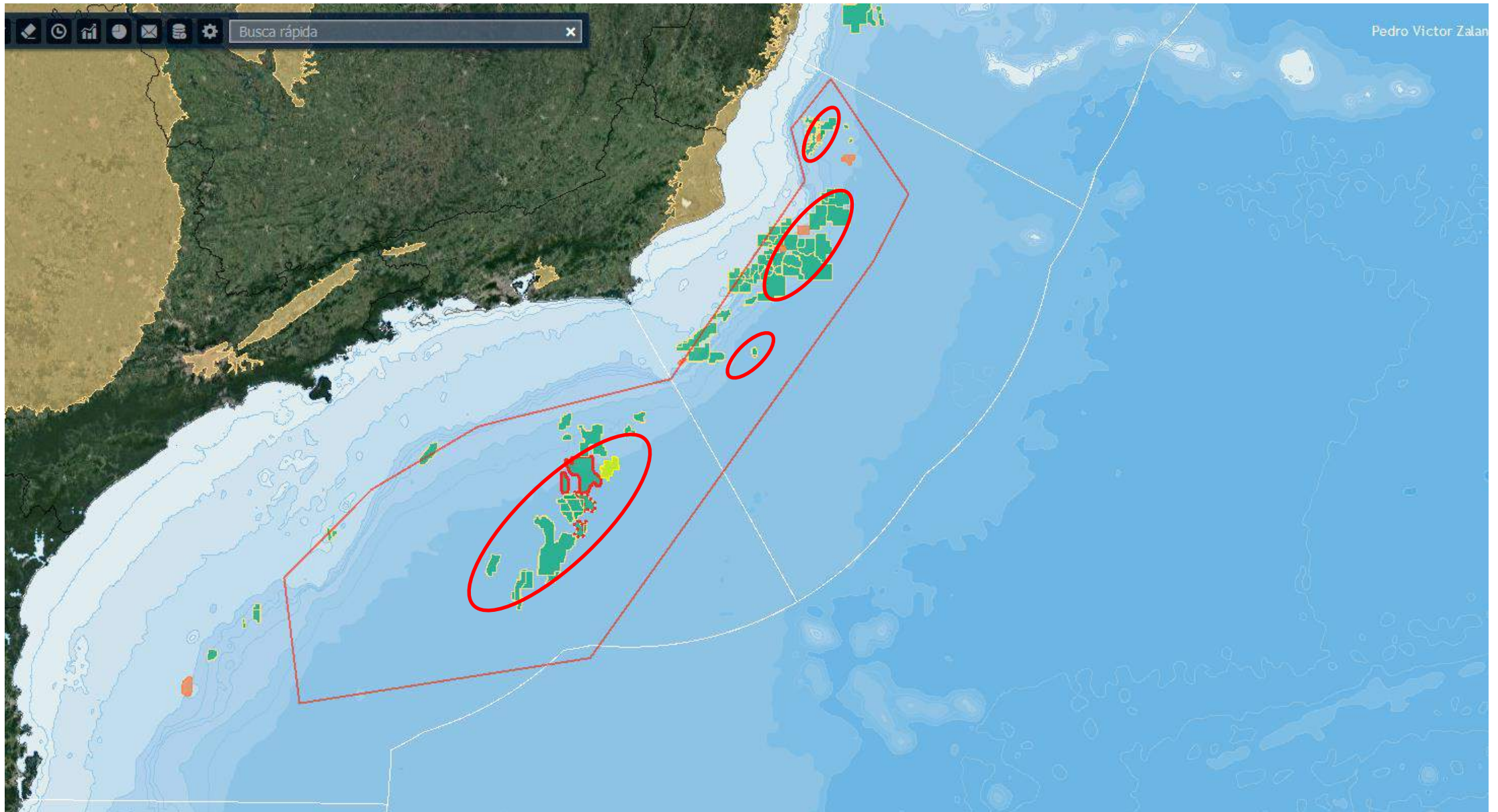
Os 3 levantamentos 2D da Spectrum em áreas nunca dantes prospectadas...





Bacias de Campos e Santos

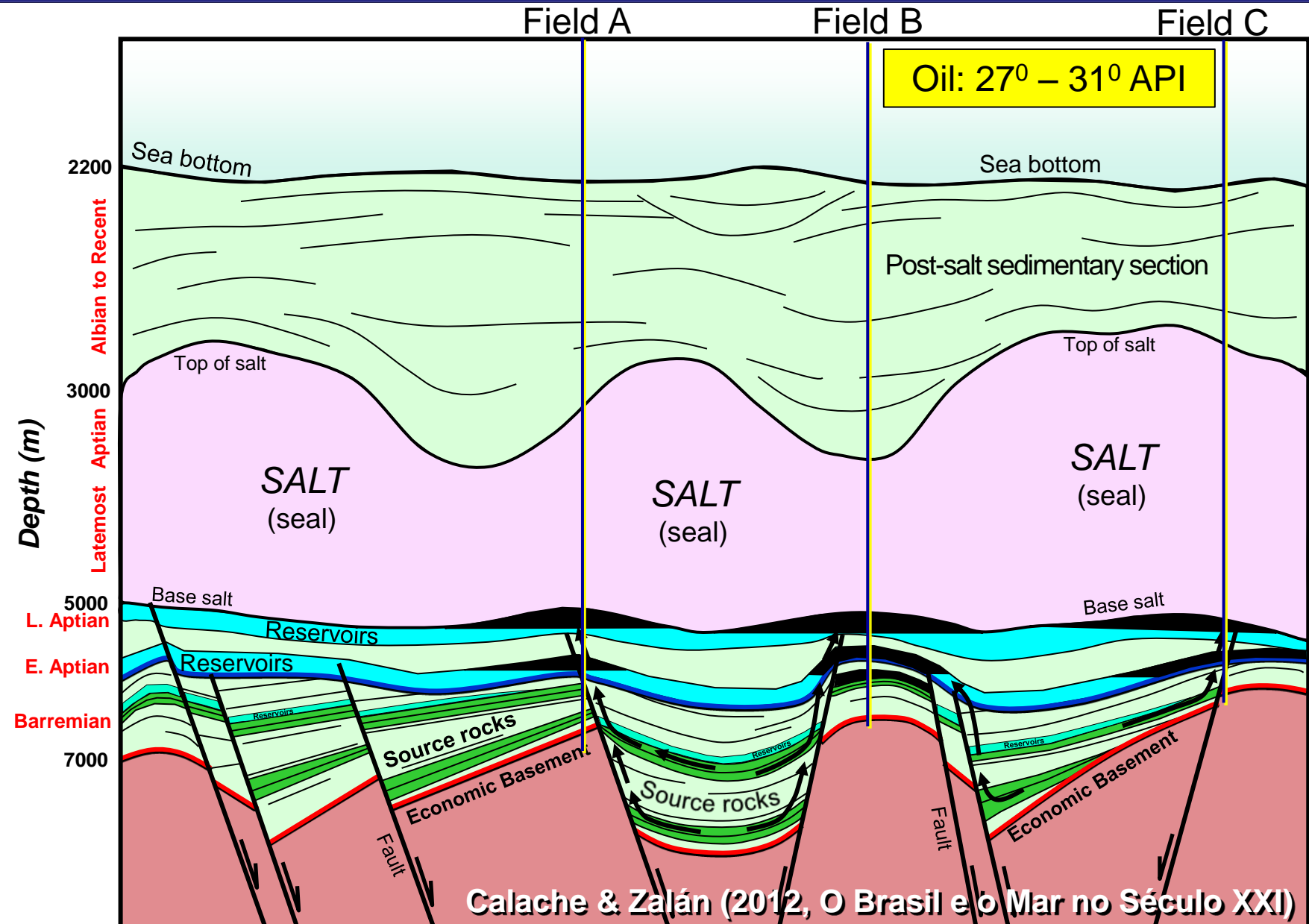
Campos de petróleo do sistema petrolífero do **Pré-Sal** - Como se formaram?





Bacias de Campos e Santos

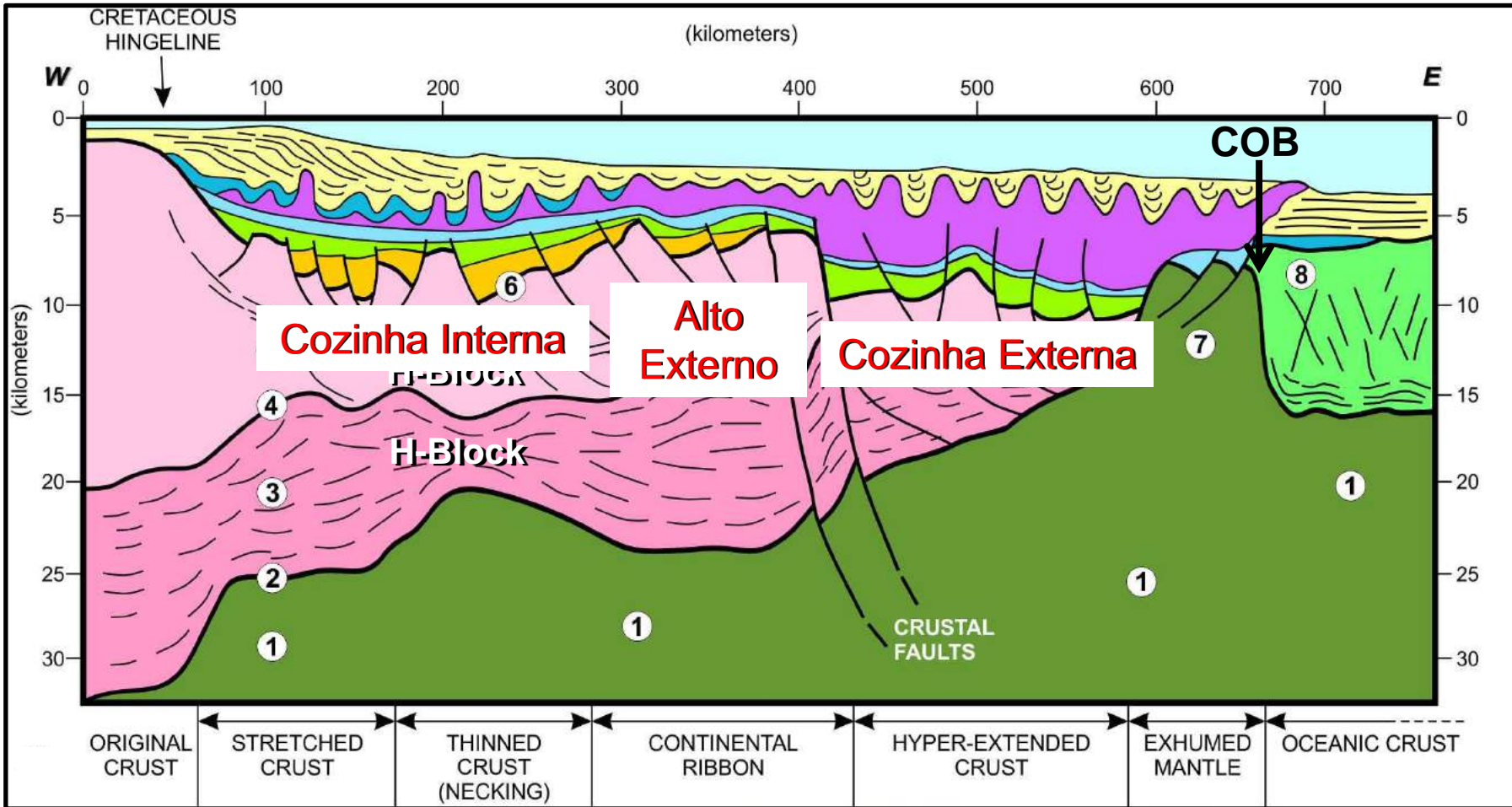
Campos de petróleo do sistema petrolífero do Pré-Sal





Modelo crustal esquemático para as Bacias de Campos e Santos

Cozinhas de HCs e Altos Focalizadores do sistema petrolífero do Pré-Sal



- (1) Mantle
- (2) Moho
- (3) Lower ductile crust
- (4) Conrad
- (5) Upper brittle crust
- (6) Top of crystalline basement
- (7) Exhumed mantle
- (8) Oceanic crust

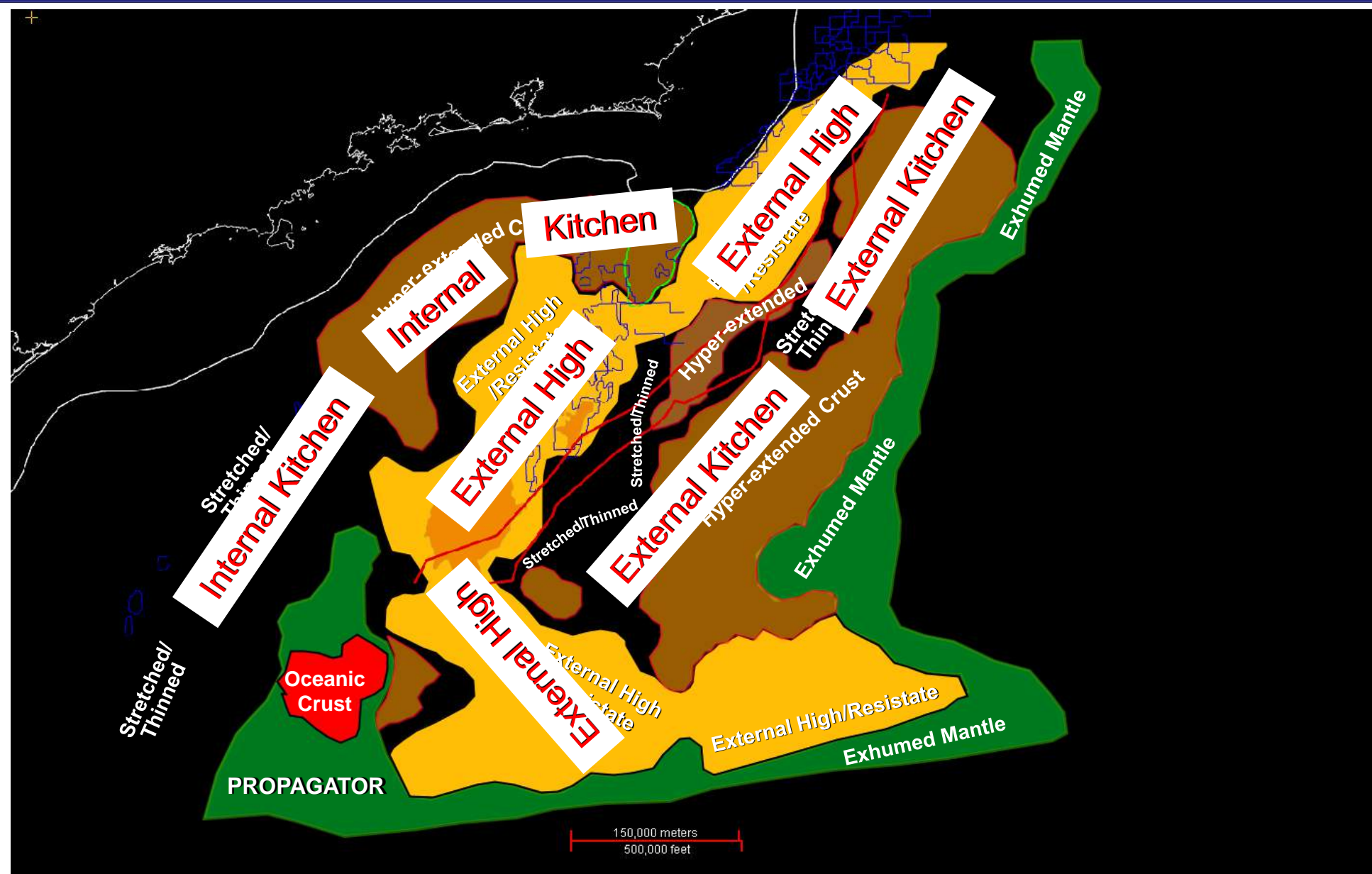
- Cenom.-Recent Drift Supersequence
- Albian drift carbonates
- Latest Aptian syn-rift evaporites
- Late Aptian late syn-rift sequence
- Early Aptian climax syn-rift
- Barremian early syn-rift

Rochas Selantes
Rochas Reservatórios
Rochas Geradoras



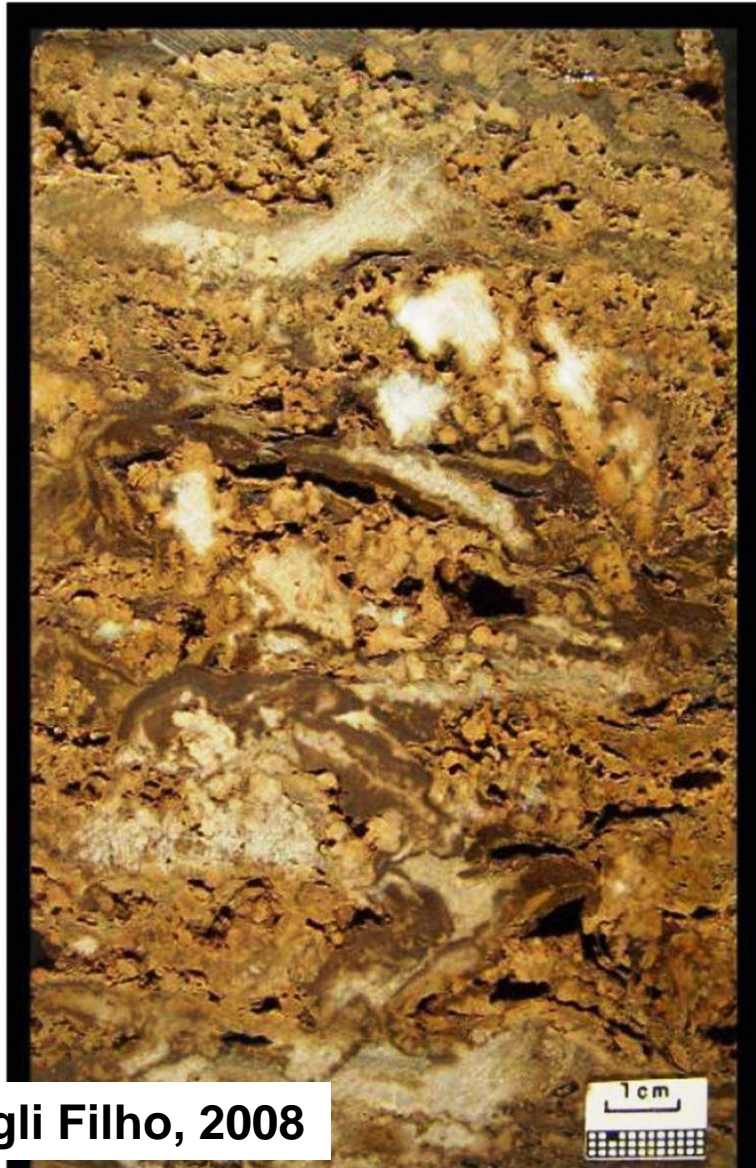
Bacias de Campos e Santos - Sistema petrolífero do Pré-Sal

Controle dos domínios crustais sobre as cozinhas e altos focalizadores





MICROBIOLITOS - Reservatórios fantásticos de 112-120 Milhões de anos - Permeabilidades horizontal e vertical - Como se formaram na natureza?



3-RJS-646 T.02 cx05/11 - 4919,85m

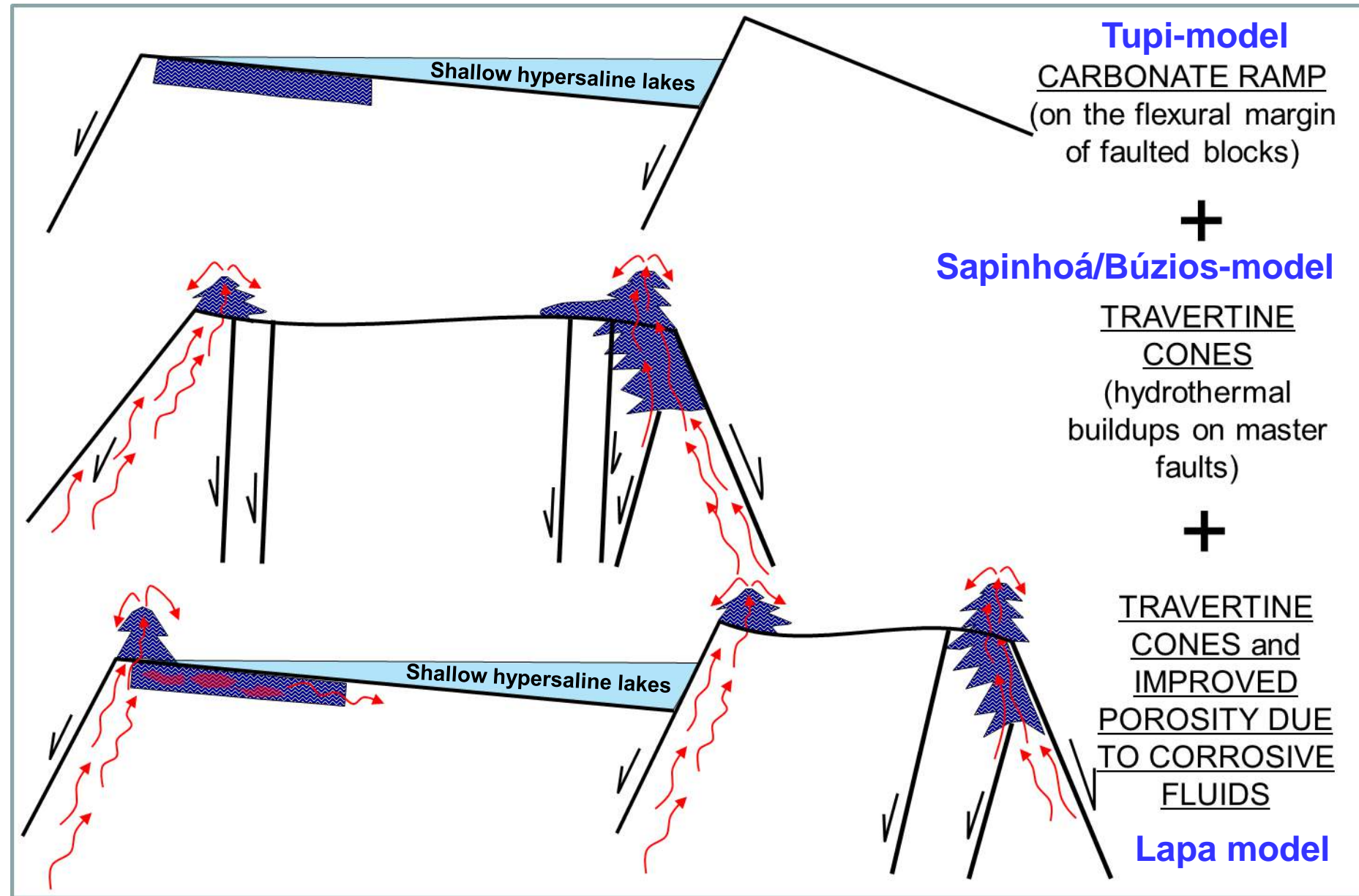


3-RJS-646 T.02 cx05/11 - 4920,00m

fotos de Formigli Filho, 2008



Modelos Depositionais dos Microbiolitos - Rampas carbonáticas clássicas+ *Buildups* hidrotermais formados por travertinos

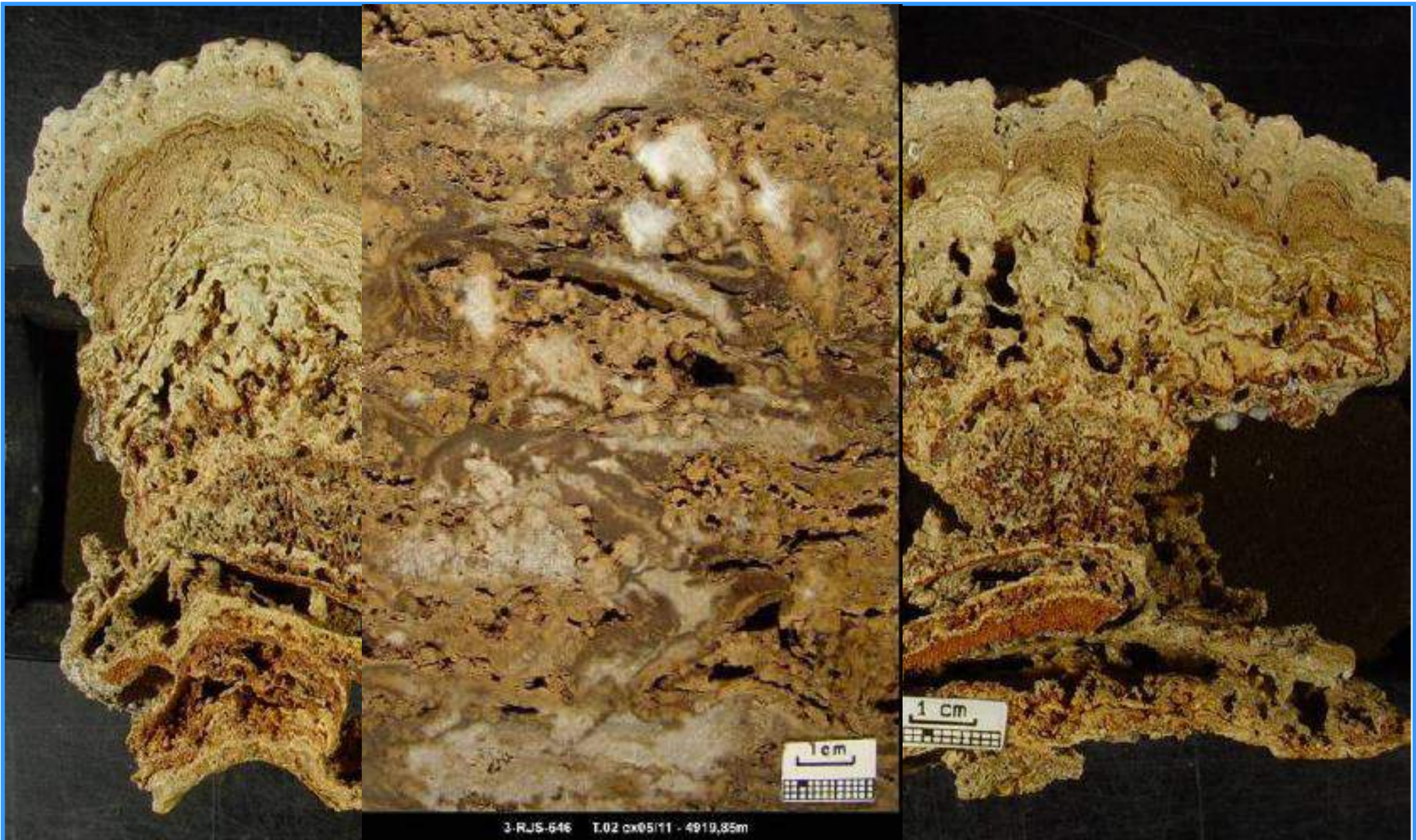


Formação de
pequenas
cabeças de
microbiolitos
(SHRUBS)





Microbiolitos recentes na Lagoa Vermelha, Rio de Janeiro - Comparação direta com os microbiolitos de Tupi





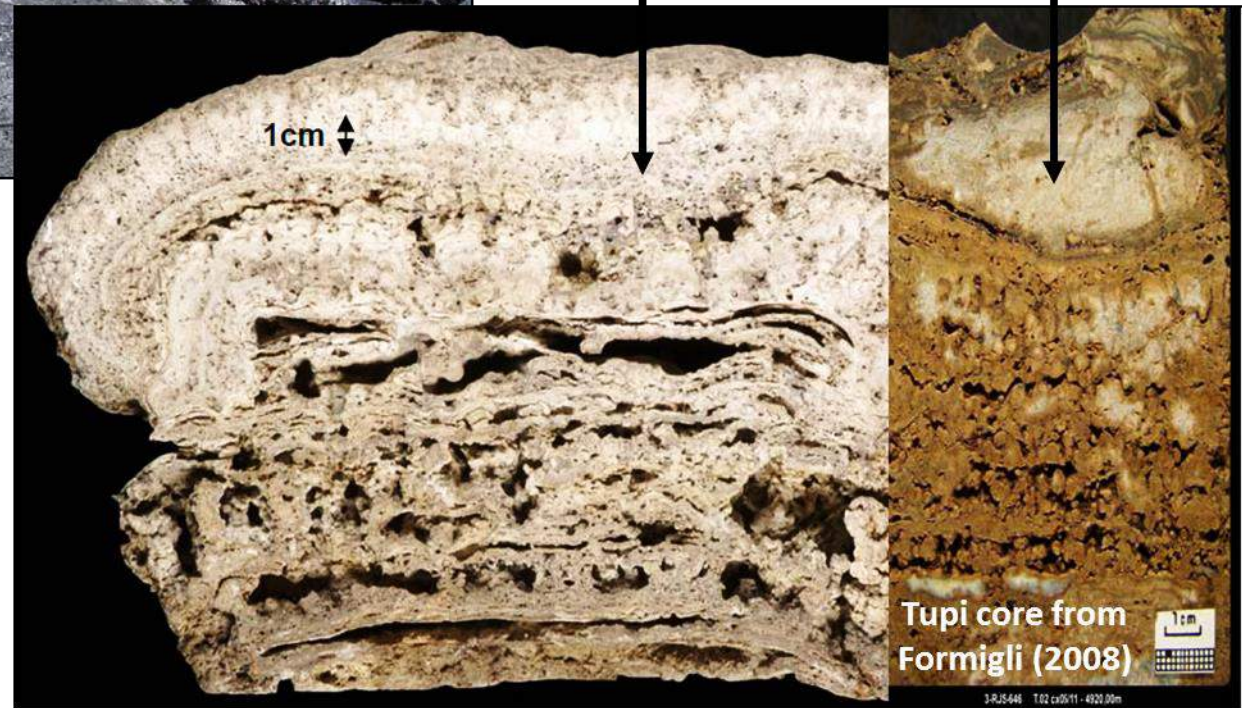
Microbiolitos recentes na Lagoa Salgada, Rio de Janeiro – Comparação direta com os microbiolitos de Tupi



Lagoa Salgada, Rio de Janeiro –
Microbialite (stromatolites)
deposition in hyper-saline lakes
– Carbonate ramp model

Lagoa Salgada
stromatolite

Tupi
microbialite



Tupi core from
Formigli (2008)

Fontes termais em terrenos tectonicamente ativos depositando *buildups* de microbiolitos nos tempos atuais - Lake Bogoria, Kenya





Visão tridimensional de cones de travertinos formados ao longo da falha de El Gollete, Argentina - Tamanhos comparáveis com campos do Pré-Sal



Formação de
pequenas
cabeças de
microbiolitos
(SHRUBS)



**Photo taken by Geologist
Rosely de Araujo Marçal
(Petrobras/Cenpes/PDGeo/GSE)**



Texturas dos travertines - Comparação com testemunhos do Campo de Tupi - Estromatolitos dendriformes (SHRUBS)

Terra et al. (BGP, 2009;2010)

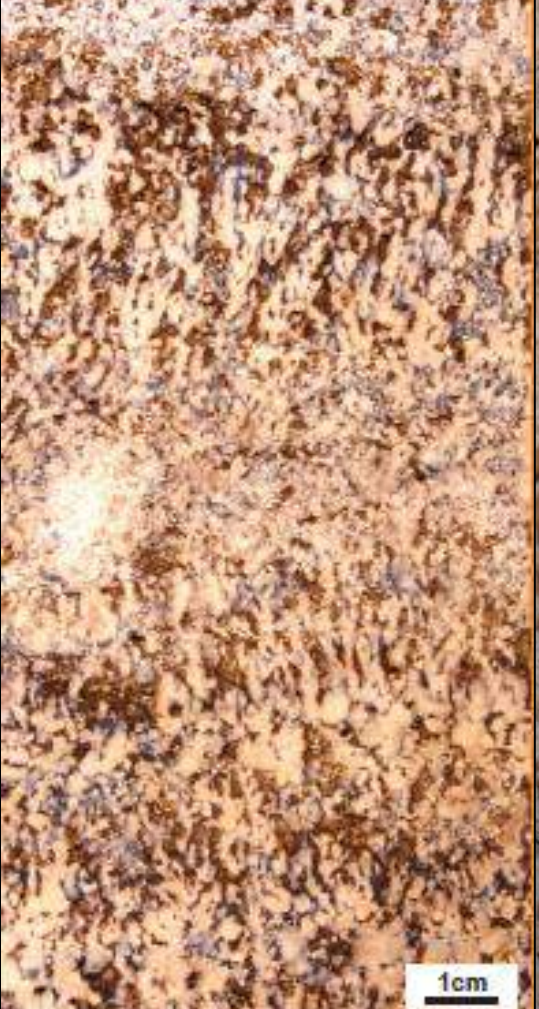
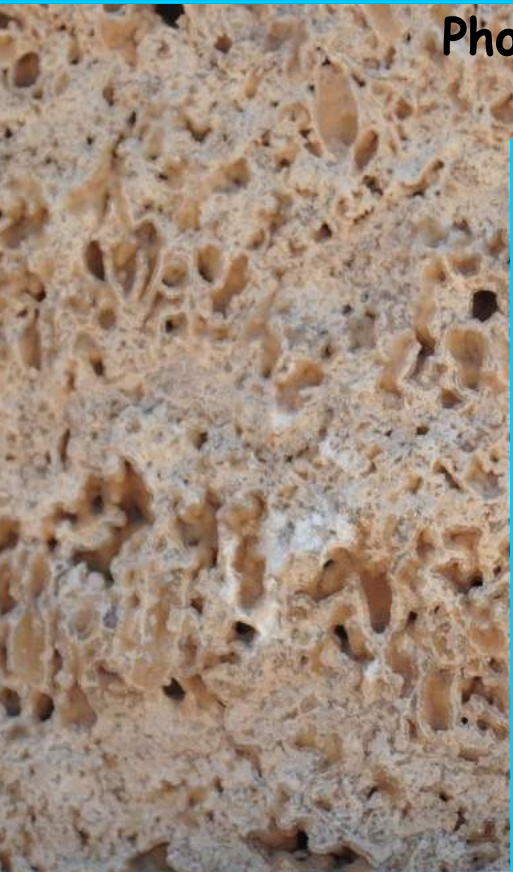


Photo by ROSELY DE ARAUJO MARÇAL



3-RJS-646 T.02 cx05/11 - 4920,00m

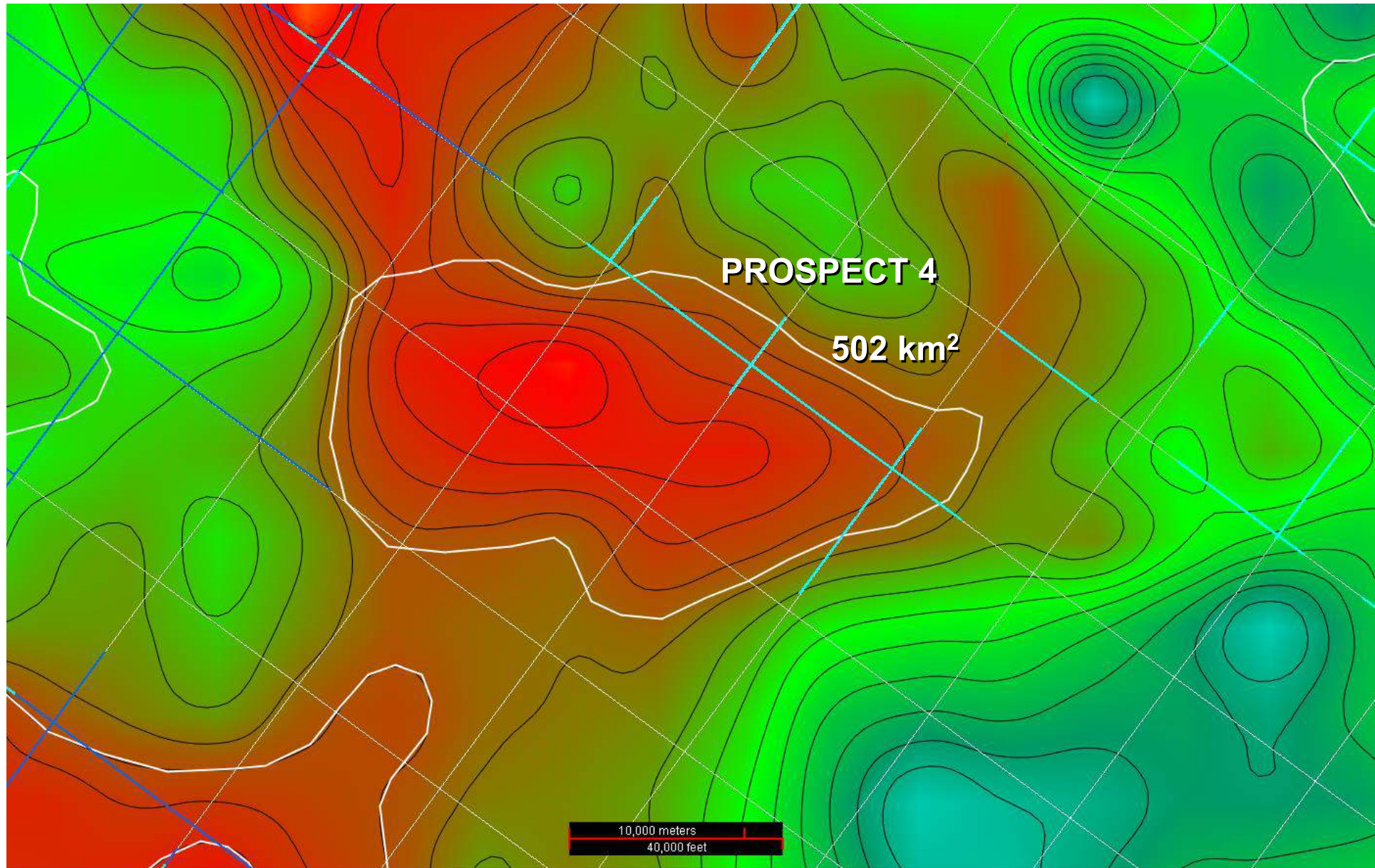


LINHAS SÍSMICAS E MAPAS PROPRIETÁRIOS NÃO PUDERAM SER DISPONIBILIZADOS



PROSPECTO 4 - Fantástico análogo de Tupi (blocos falhados/rotacionados)

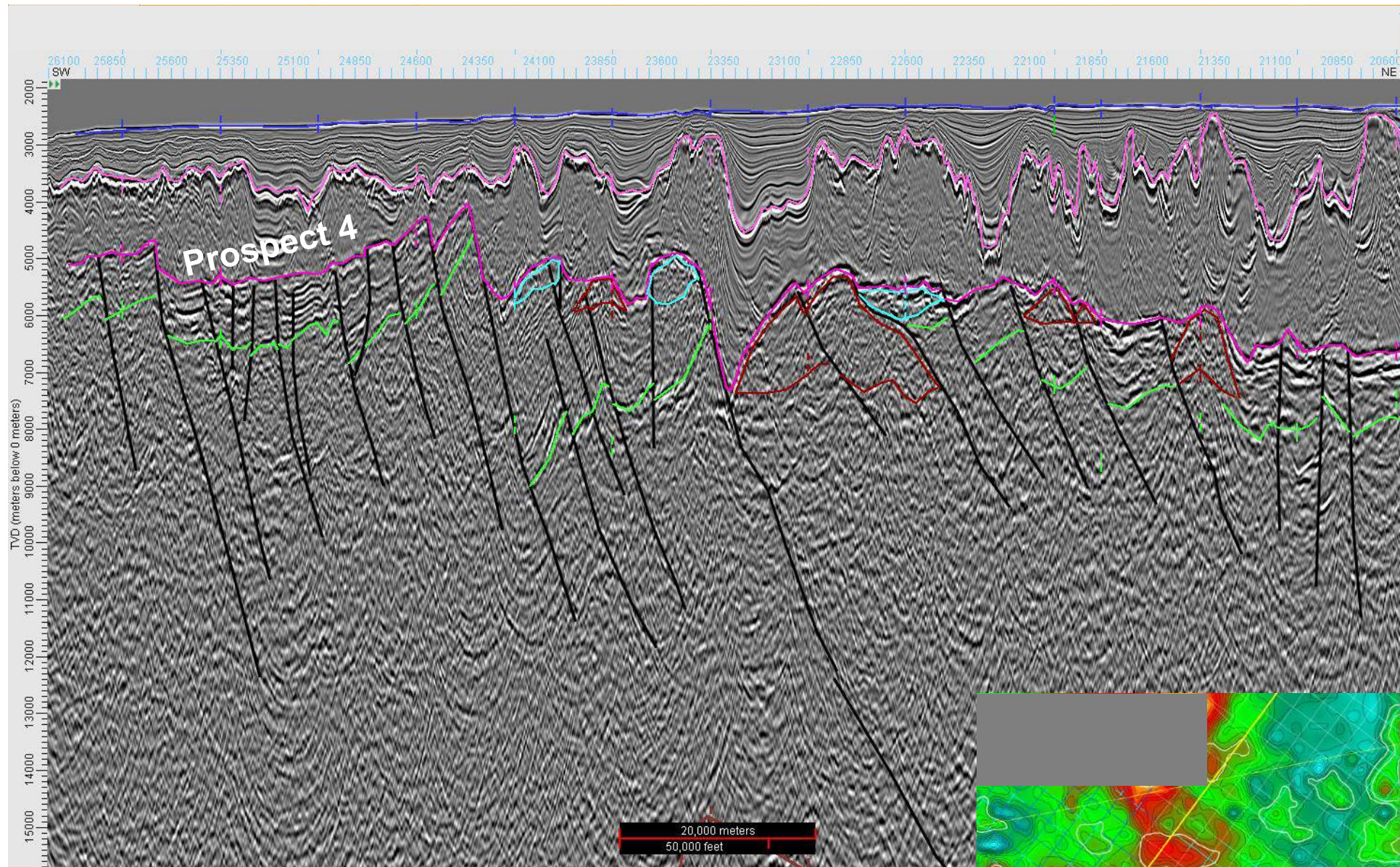
Bloco adquirido pela BP na 16ª Rodada





PROSPECTO 4 - Fantástico análogo de Tupi (blocos falhados/rotacionados)

Bloco adquirido pela BP na 16ª Rodada - Visão dip



LINHAS SÍSMICAS E MAPAS PROPRIETÁRIOS NÃO PUDERAM SER DISPONIBILIZADOS



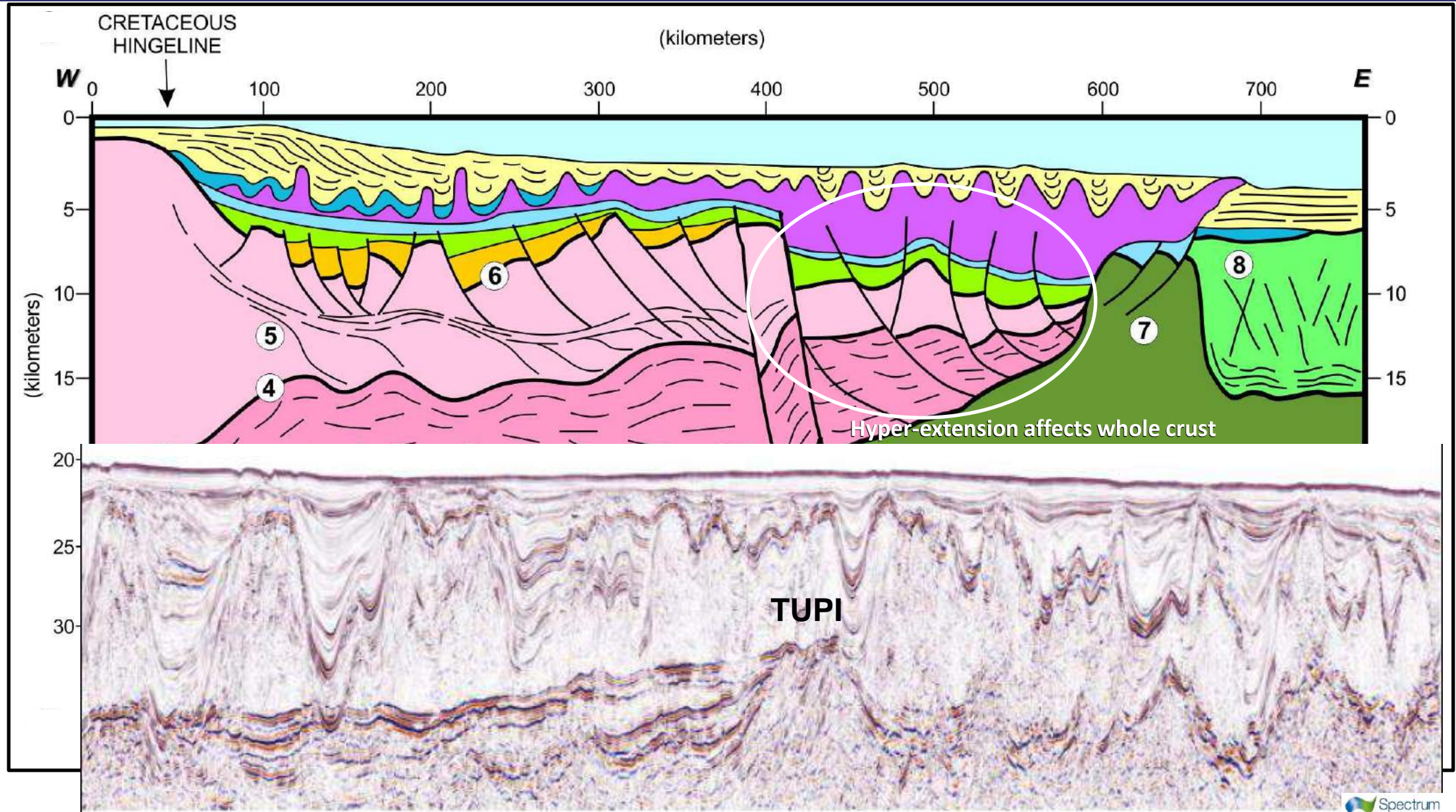
Visão Preliminar das Possíveis Reservas presentes em alguns dos Prospectos mapeados - Comparação com campos produtores conhecidos

Prospect	Area (km ²)	Reserves (Gboe)	Crustal Domain	Observations
XAVANTE Complex	~5000		Stretched/Thinned	4 large individual closures
PURI Complex	~2950		Resistate	1 large individual closure
Tupi + Iracema (RF)	1500	8.3 + 1.8	Resistate	2 fields in one Ring Fence
PURI Prospect	1200	[11.0 – 5.0]	Resistate	Largest closure in Puri
Core (Xavante)	994	[11.0 – 5.0]	Stretched/Thinned	Largest closure in Xavante
8	997	[11.0 – 5.0]	Hyper-Extended	Fault-block structure (buildup)
7	776	[11.0 – 5.0]	Hyper-Extended	Fault-block structure (buildup)
9	524	[11.0 – 5.0]	Stretched/Thinned	Fault-block structure (buildup)
4	502	[11.0 – 5.0]	Resistate	Tupi look-alike (reservoir+trap)
Iara Complex	450	>5.0	Resistate	3 commercial accumulations
Búzios (Franco)	440	11	Resistate	Largest Pre-Salt Field
1.1 (Xavante)	400	[11.0 – 0.5]	Stretched/Thinned	Typical buildup facies
1.3 (Xavante)	390	[11.0 – 0.5]	Hyper-Extended	Typical buildup facies
1.2 (Xavante)	360	[11.0 – 0.5]	Stretched/Thinned	Typical buildup facies
13	300	[11.0 – 0.5]	Hyper-Extended	Typical buildup facies
Lapa (Carioca)	250	0.5	Resistate	Mixed platform + buildup reservoirs
Sapinhoá (Guará)	240	2.1	Resistate	Quintessence of buildup reservoir
5	190	[3.0 – 2.0]	Stretched/Thinned	Typical buildup facies
Mero (Libra W)	167	3.3	Resistate	Quintessence of buildup reservoir

Considerando apenas o valor inferior da faixa de incerteza estimada, de alguns dos maiores prospectos mapeados, algo entre 20-30 Gboeip de Recursos Prospectivos podem ser descobertos nas áreas de ultra-fronteiras

Risco geológico existente no "Espelho do Pré-Sal"

Desconhecimento do conteúdo dos grábens portadores das rochas geradoras



- O potencial do Pré-Sal além dos limites das áreas conhecidas de produção e dos blocos exploratórios concedidos até o presente (**ultra-fronteiras**) parece ser extraordinário.
- A continuação do Alto Externo para sul e o mapeamento de uma cozinha externa a leste do Alto Externo indica novas áreas de geração de HCs e novas áreas de focalização de petróleo e gás. A presença de vários fechamentos estruturais de grande porte, apresentando fácies sísmicas favoráveis para microbiolitos, com intenso falhamento, e uma contínua/ininterrupta capa de evaporitos são altamente favoráveis para a replicação do sucesso do Pré-Sal nestas áreas de **ultra-fronteiras**.
- Há trapas análogas a Tupi e trapas análogas a Sapinhoá/Búzios/Franco; bem como vários tipos de fechamentos estruturais em que se misturam blocos falhados do tipo Tupi/Lapa com os *buildups* do tipo Sapinhoá.
- Os dois maiores complexos/prospectos mapeados, **Puri** (3,000 km²) e **Xavante** (5,000 km²), situam-se além das 200 NM, além da EEZ. Puri já está escalado para a 17^a. Rodada da ANP.
- A probabilidade para a descoberta de campos super-gigantes e gigantes nas **ultra-fronteiras** existe e é altas. Recursos Prospectivos Riscados só de alguns dos maiores prospectos situam-se entre 20-30 Gboeip.



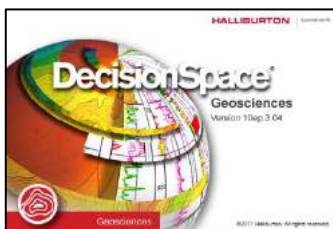
Pela permissão para apresentar dados sísmicos e resultados da interpretação sísmica



Pela permissão para ter acesso aos mapas atualizados do GEOPOST



Pelo honroso convite em participar deste 2º Fórum Técnico do Pré-Sal Petróleo



À HALLIBURTON/Landmark pelo uso do software Decision Space na interpretação sísmica