

6.4 – Discussão sobre os resultados dos modelos

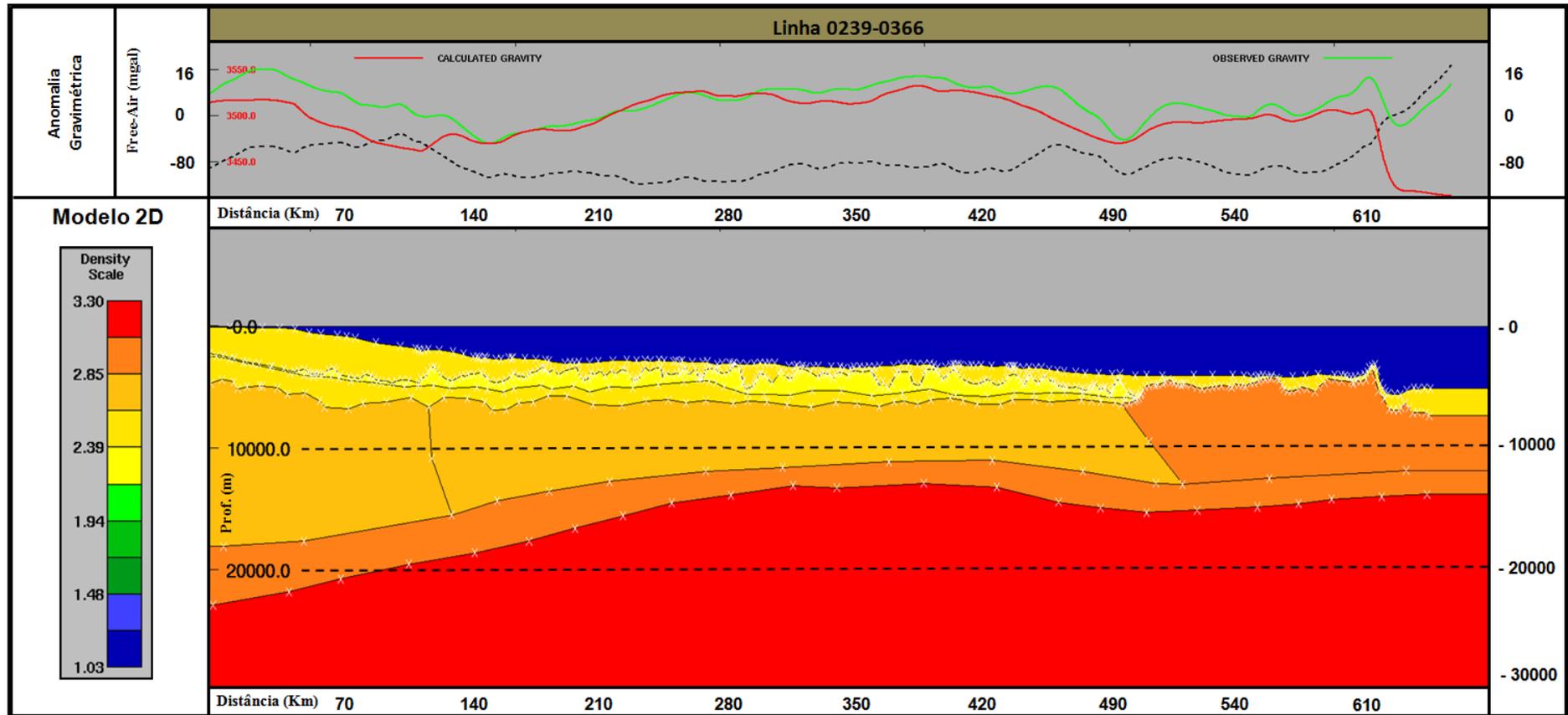
Como discutido no último tópico, a presença de *misfit* nos modelos base de todas as linhas, aponta a necessidade de alteração dos modelos. Estudos mostram que como a densidade, a dimensão das estruturas causa influência direta nos valores da anomalia gravimétrica Free-Air, nos quais mudanças crustais na ordem de 15-50 km podem gerar mudanças de até 100 mgals. Já para mudanças da profundidade do embasamento causada por falhas geram mudanças na ordem de 10 mgal, a depender do sedimento que está sobreposto a esse embasamento. Para corpos formados por rochas sedimentares, as diferenças não passam da ordem de 5 mgals, no qual as maiores influências estão em regiões com domos ou muralhas de sal e grabens da ordem de 1 – 5 km de profundidade.

Partindo desse princípio e usando os primeiros modelos como base, são observados *misfits* da ordem de 50 mgals para todas as linhas, sendo relacionados a ausência dos diferentes tipos de crosta (continental / transicional / oceânica / inferior), já que foi assumido, em todas as linhas, uma crosta homogênea continental com valor de densidade da ordem de $2,67 \text{ g/cm}^3$, por tal motivo faz-se necessário introduzir tais diferenciações crustais assim como as suas respectivas densidades.

Para as linhas Dip as grandes mudanças das faixas do sinal gravimétrico, anteriormente citadas, foram escolhidas como os pontos desses limites, no qual de F1 para F2 foi posto como o limite continental-transicional e de F3 para F4 como o limite transicional-oceânica. Além disso, as zonas de contato entre a crosta-manto são postas com maiores variações de profundidade na área do Platô de São Paulo, devido a presença dos altos externos (central e sul), principalmente na linha 0239-366.

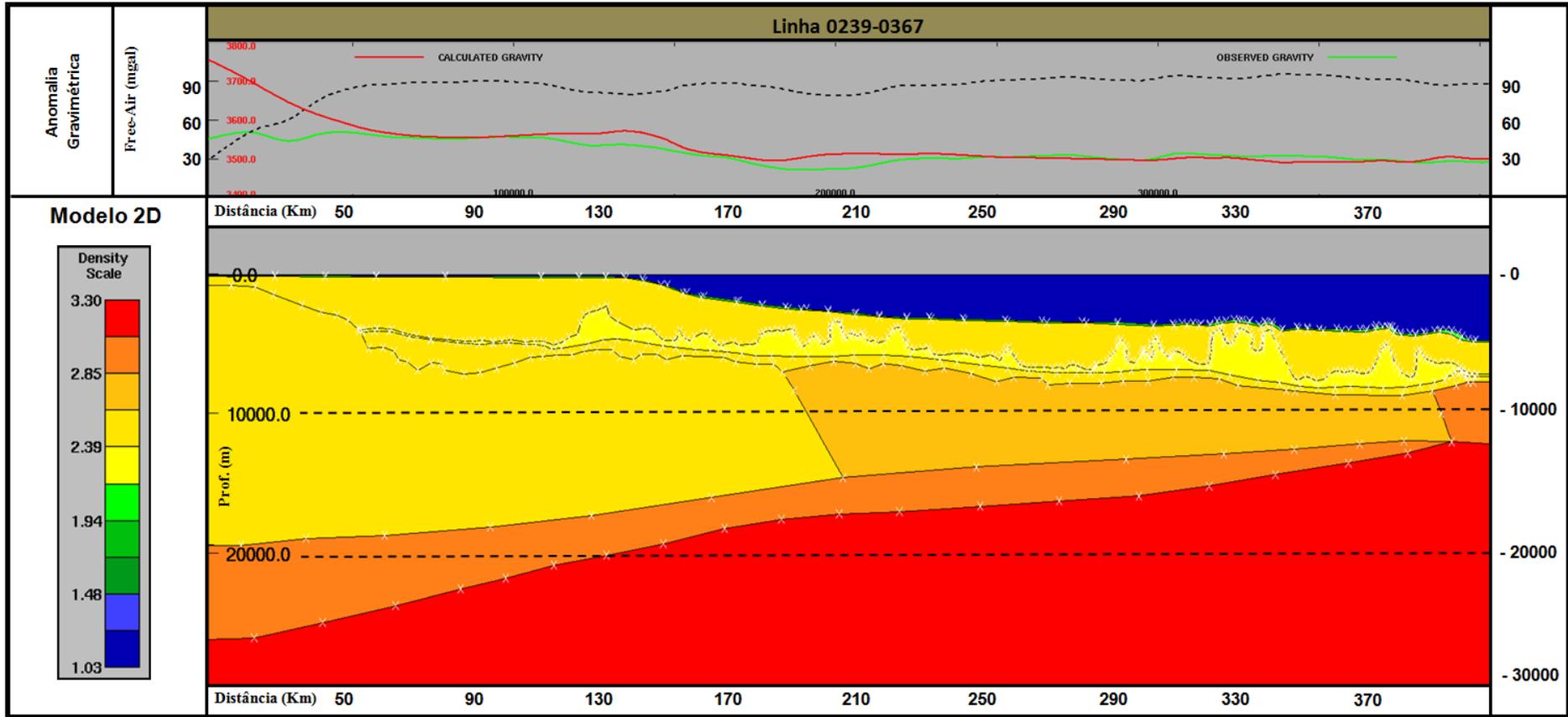
Nas linhas strike, os limites entre os diferentes tipos de crosta são colocados ao sul de ambas as linhas, relacionadas a aproximação da Plataforma de Florianópolis na linha 0248-108 (F1 para F2) e a região do alto externo sul na linha 0248-116 (F2 para F3) representa o contato de crosta transicional-oceânico. Como nas linhas Dip, na linha 0248-116, maiores variações nas zonas de contato entre a crosta-manto são adicionadas devido ao alto externo central.

Figura 60 - Modelo gravimétrico da linha 0239-0366 com a diferenciação dos tipos de crostas e das principais estruturas relacionadas as zonas gravimétricas



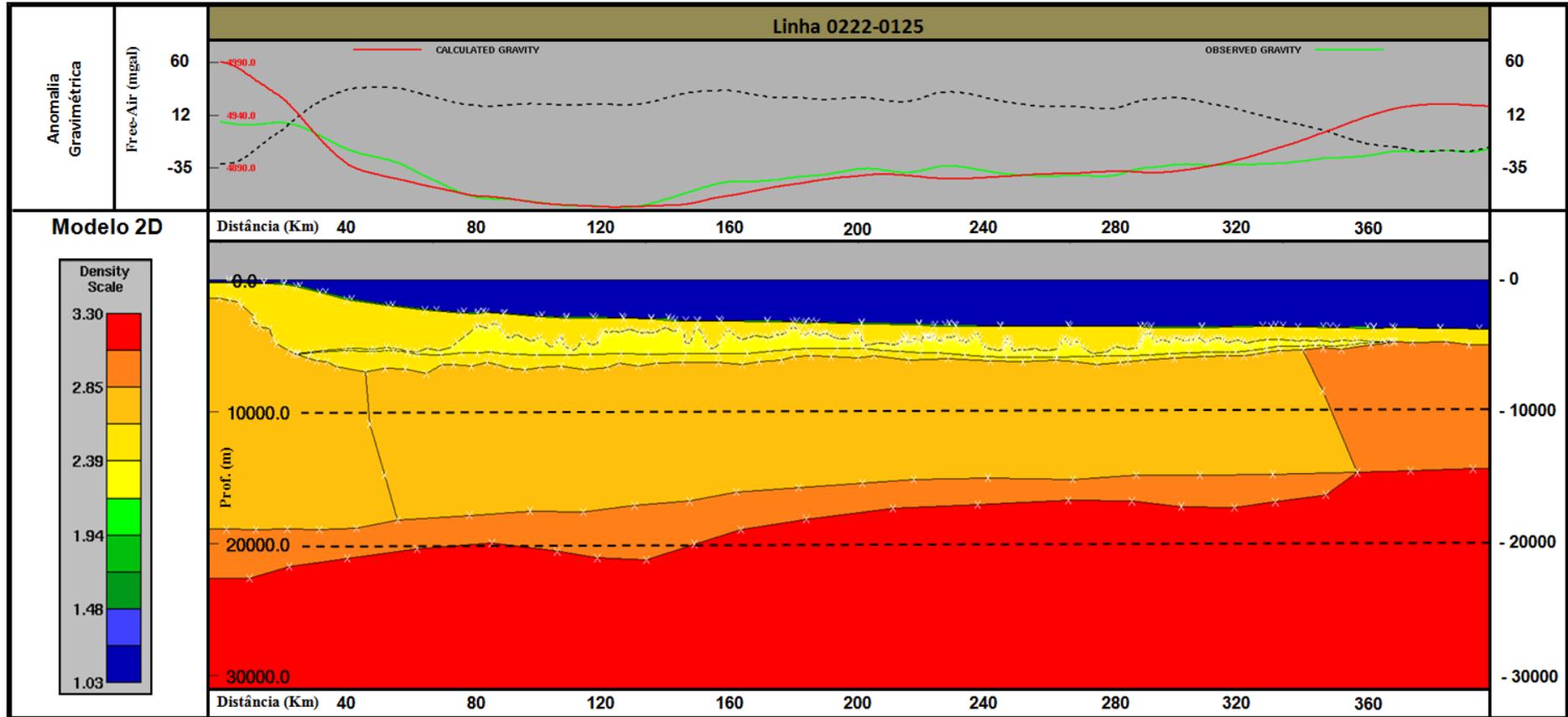
Fonte: Autor

Figura 61 - Modelo gravimétrico da linha 0239-0367 com a diferenciação dos tipos de crostas e das principais estruturas relacionadas as zonas gravimétricas



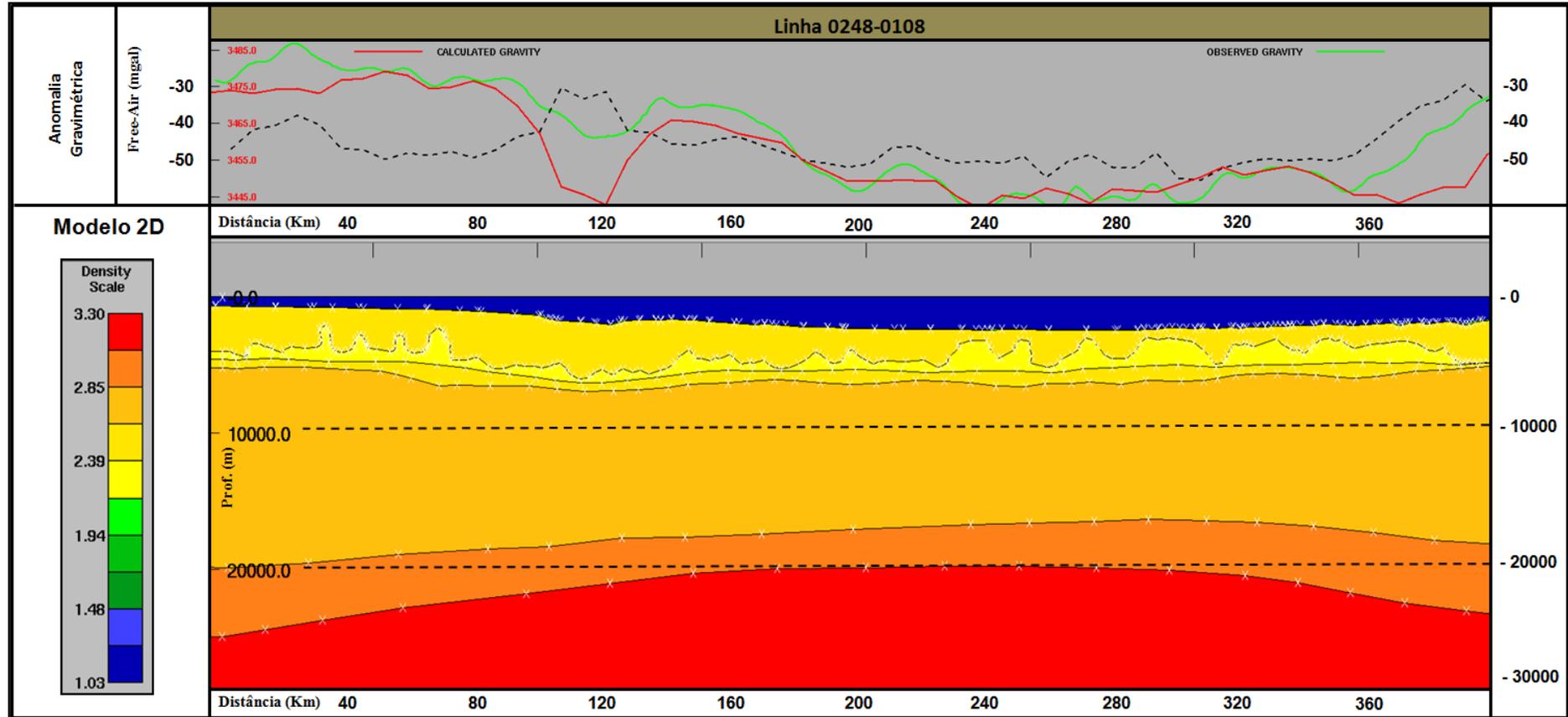
Fonte: Autor

Figura 62 - Modelo gravimétrico da linha 0222-0125 com a diferenciação dos tipos de crostas e das principais estruturas relacionadas as zonas gravimétricas



Fonte: Autor

Figura 63 - Linha sísmica 0248-0108 juntamente com sua interpretação das estruturas rasas e profundas e com o modelo gravimétrico inicial.



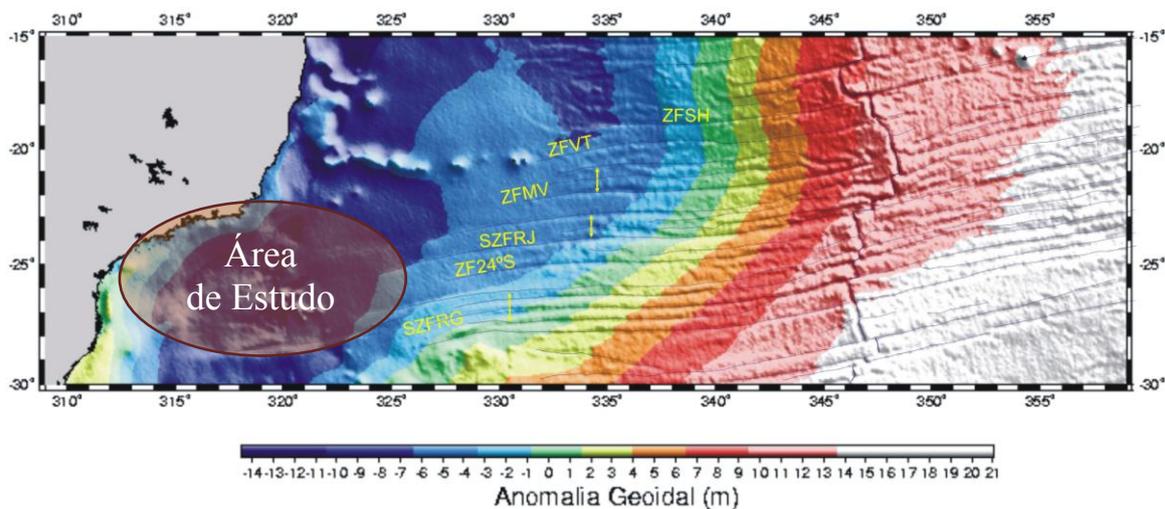
Fonte: Autor

Mesmo com a inserção dos diferentes tipos de crosta, ainda são observadas diferenças significativas, principalmente nas áreas limites das linhas. Primeiramente, isso se deve pelo problema de borda, fato que ocorre em diferentes métodos geofísicos e de interpolação, porém o motivo mais significativo é que os limites estão próximos de zonas de transição de crosta.

Essas transições que são observadas como continental–transicional na parte proximal e transicional-oceânica na parte distal, ambas nas linhas dip, representam exatamente as zonas de maiores incertezas e com diferentes interpretações dos dados. Para as áreas proximais, acredita-se que a zona de passagem de crosta continental para transicional localiza-se nas regiões após a linha de chaneira em direção ao talude da bacia, diretamente relacionada ao depocentro da mesma.

Todavia, para as áreas distais, existem diferentes interpretações, no qual Alves (2002) apresenta a passagem de crosta transicional para oceânica após a dorsal de São Paulo, com a subida da “Moho” nessa zona, iniciando assim a crosta oceânica efetiva. Esse argumento é sustentado, pois na área posterior a dorsal, se dão o final das zonas de transferências (Figura 65) descritas nas margens tipo rifte como início da crosta oceânica.

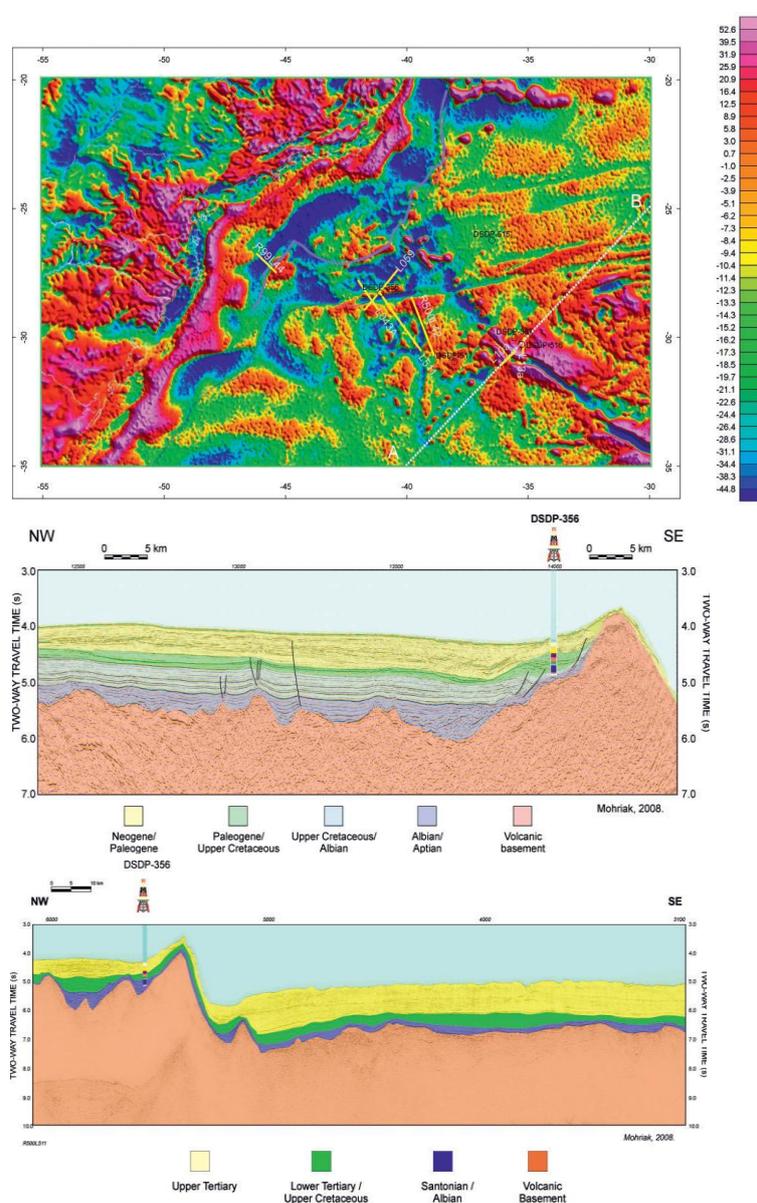
Figura 65 - Mapa de Anomalia Geoidal derivado da altimetria de satélite (Sandwell e Smith, 1997). Traçado das zonas de fratura de Santa Helena (ZFSH), Vitória-Trindade (ZFVT), Martim Vaz (ZFMV) e de 24°S (ZF24°S) e dos sistemas de zonas de fratura do Rio de Janeiro (SZFRJ) e de Rio Grande (SZFRG).



Fobte: Modificada Alves, 2002

Porém, algumas dessas zonas de fraturas chegam a parte rasa dessas bacias, como é o caso da Zona de Fratura de Florianópolis, ao sul da bacia de Santos, levando assim a acreditar que por tal motivo a crosta nas regiões em torno dessa zona sejam de natureza vulcânica e conseqüentemente oceânica. Esse fato se evidencia pelos alinhamentos vulcânicos relacionados a essa zona, que chegam a ser mapeados em região do continente (Ponta Grossa). O projeto “Deep Sea Drilling Project” perfurou na região da dorsal de São Paulo um poço com o intuito de identificar o tipo de crosta naquela região (Figura 66), contudo, o poço só atingiu as camadas sedimentares depositadas sobre a dorsal (Mohriak *et al* 2010).

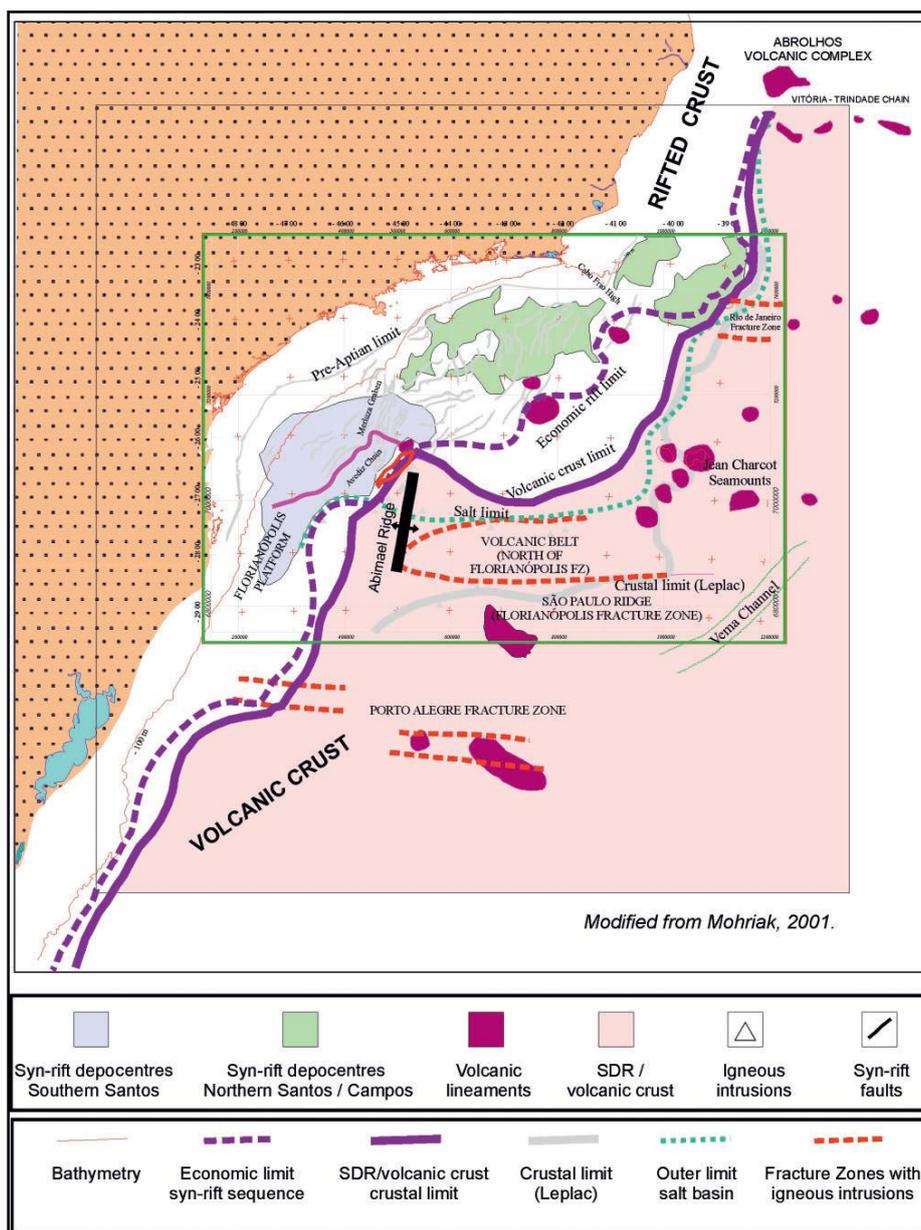
Figura 66 - Mapa de Anomalia Free-Air e perfis geológicos com a localização do poço DSP356 na região da dorsal de São Paulo.



Fonte: Mohriak et al, 2010

Fato interessante é que a camada mais profunda perfurada foi de idade albiana, momento qual muitos autores como Mohriak et al (2010) já colocam com a formação efetiva de crosta oceânica, apresentam a região entre o platô de São Paulo e a dorsal de São Paulo como um embasamento predominantemente vulcânico (Figura 67).

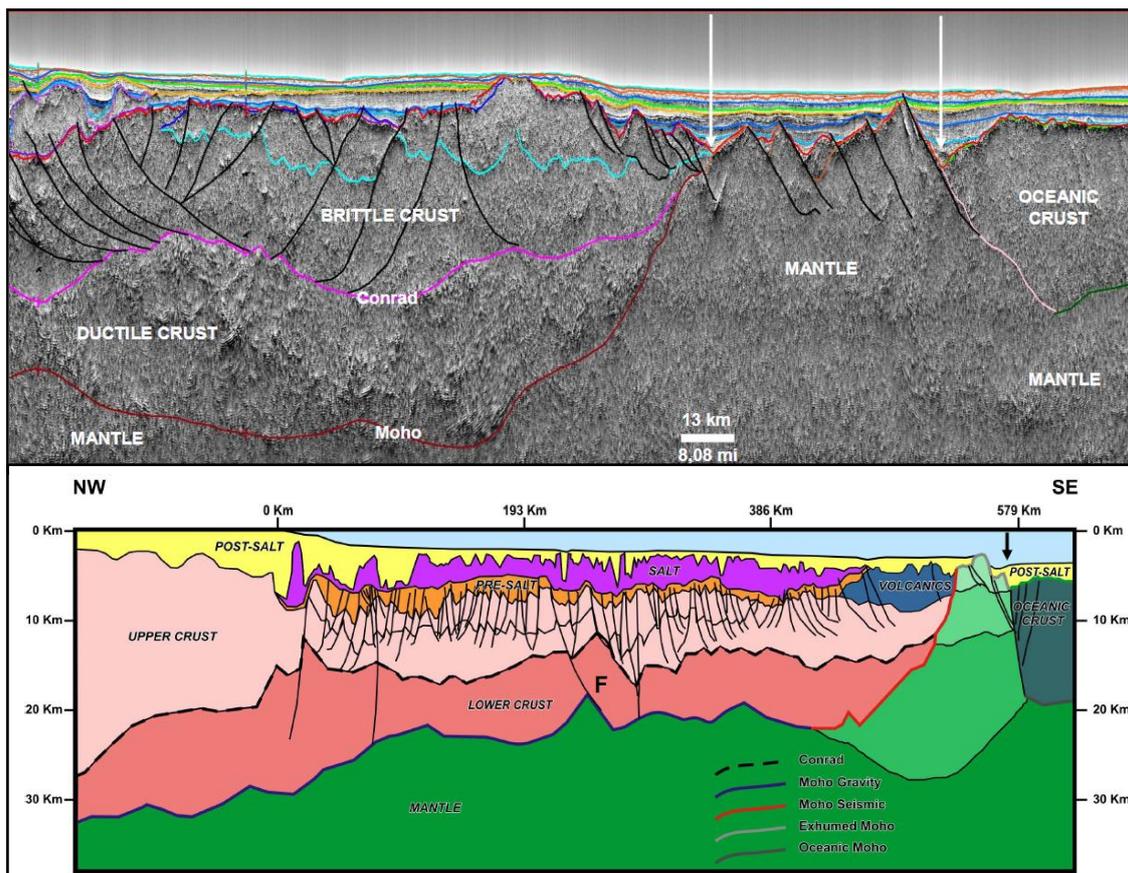
Figura 67 - Mapa representativo dos diferentes domínios crustais na região da bacia de Santos e Pelotas.



Fonte: Mohriak et al 2010

Todavia, Zalán et al (2011) defendem a presença de manto exumado entre a região do platô e a dorsal, sendo o aparecimento de rochas vulcânicas nas zonas próximas a dorsal (Figura .68).

Figura 68 - Figuras retiradas de Zalán *et al* 2011 mostrando a presença de manto exumado através da interpretação sísmica profunda.

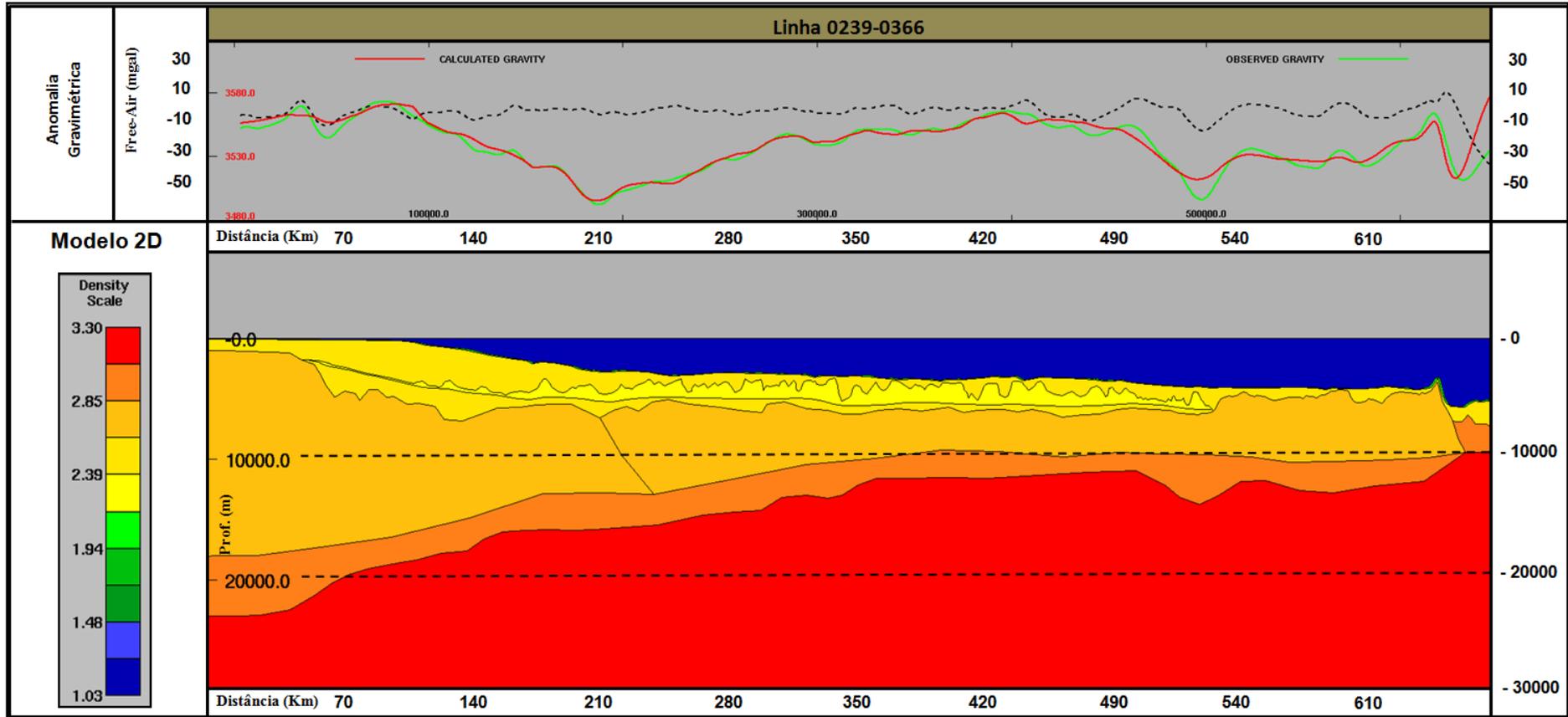


Fonte: Zalán *et al* 2011

Nas linhas strikes, essas mudanças são sentidas ao sul das linhas, mais evidente na linha 0248-116, como a presença de altos vulcânicos, que como comentado anteriormente serviram como barreira natural entre as bacias de Pelotas-Santos.

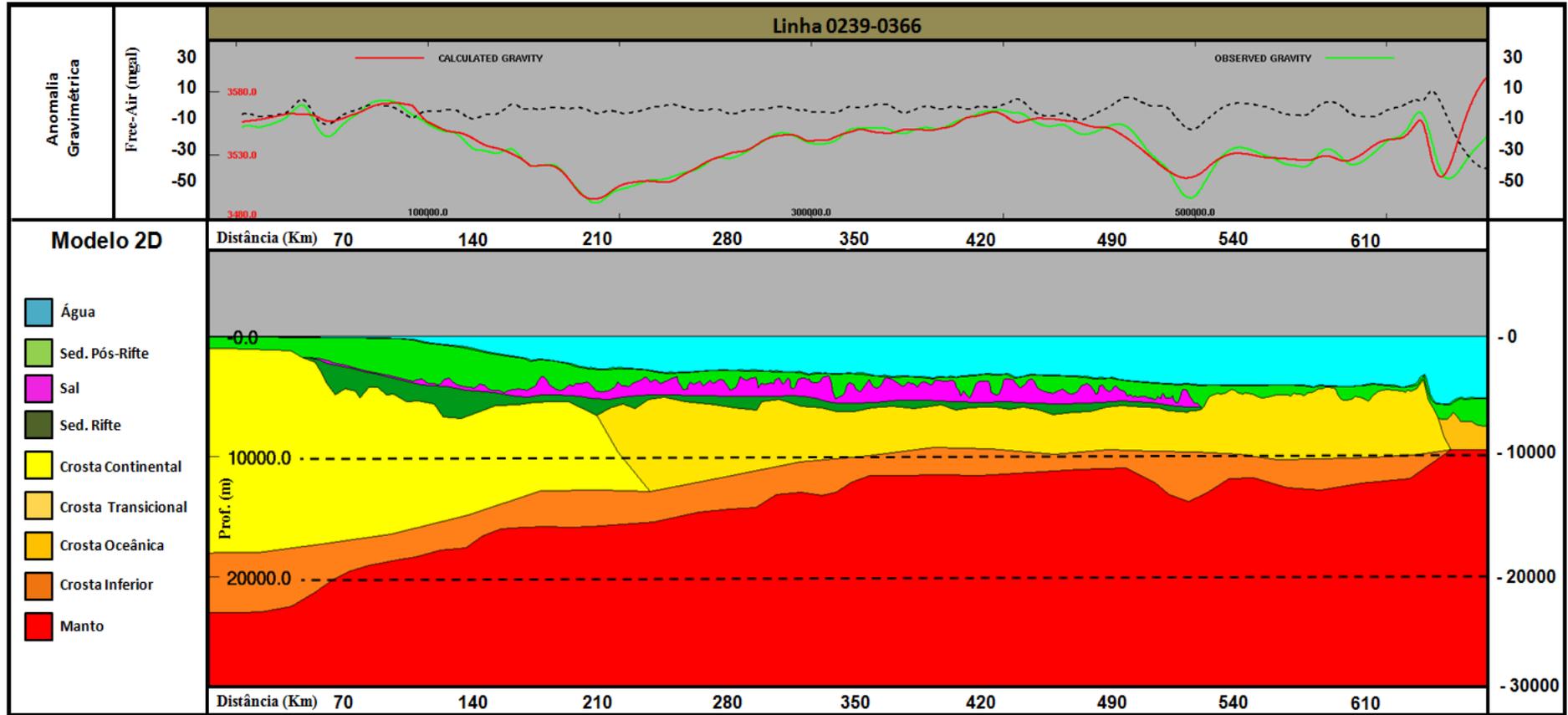
Baseados nesses conceitos, os modelos foram revistos, no qual as diferentes abordagens foram aplicadas visando identificar a que melhor se adapta, uma vez observado o sinal calculado e o medido. Um detalhe é que independente das abordagens sobre os diferentes tipos de crosta, pouco ainda se sabe sobre a natureza dos altos externos evidenciadas nos mapas gravimétricos. Sendo assim, a seguir os modelos finais mostrando as distribuições de densidades e litologias de cada linha. Nota-se que por questões relacionadas a qualidade de dado e para fins de simplificação, diferenças entre os valores calculados e medidos são percebidas, mas de maneira geral, os maiores comprimentos de ondas (regional) foram bem representados pelos modelos.

Figura 69 - Modelo gravimétrico final 0239-0366 com a distribuição de densidades.



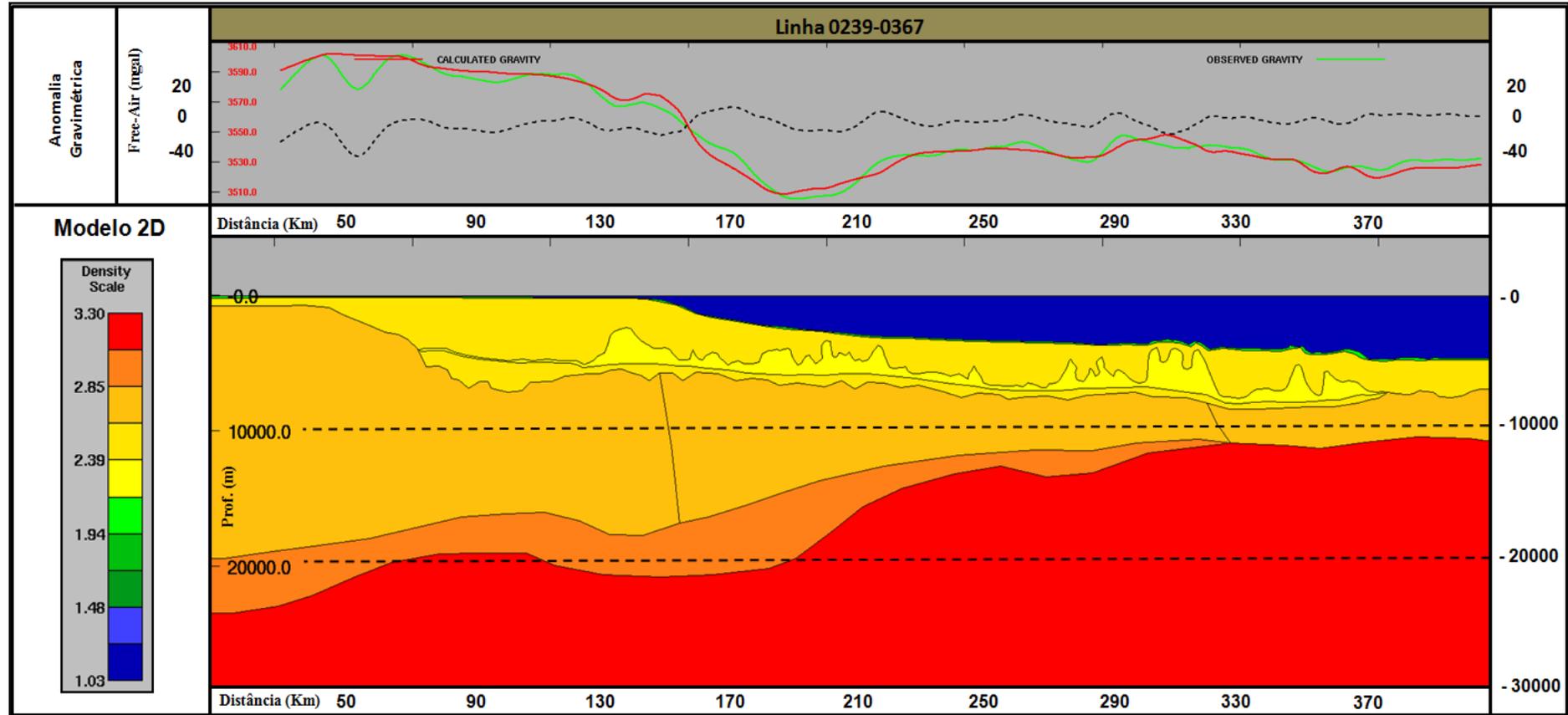
Fonte: Autor

Figura 70 - Modelo gravimétrico final 0239-0366 com a indicação das estruturas rasas e profundas.



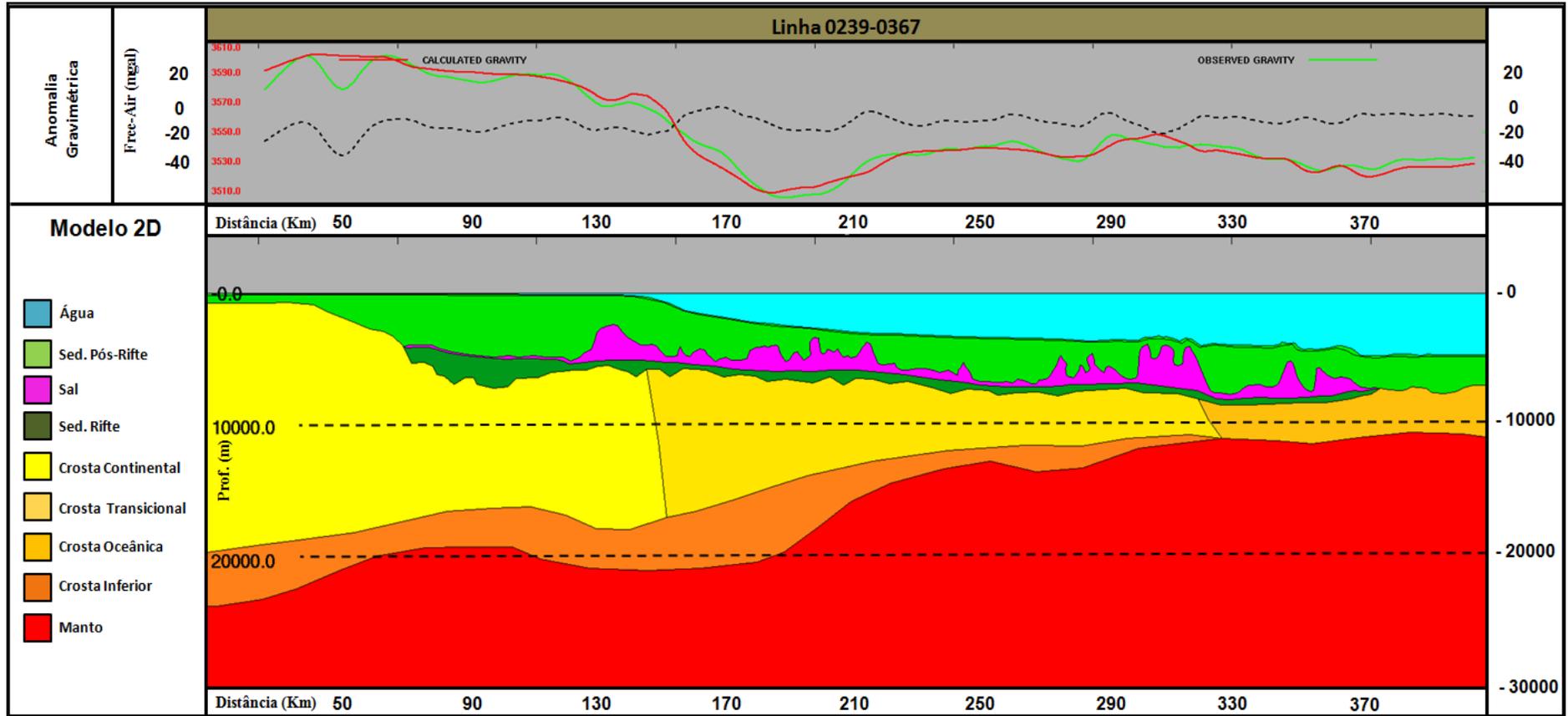
Fonte: Autor

Figura 71 - Modelo gravimétrico final 0239-0367 com a distribuição de densidades.



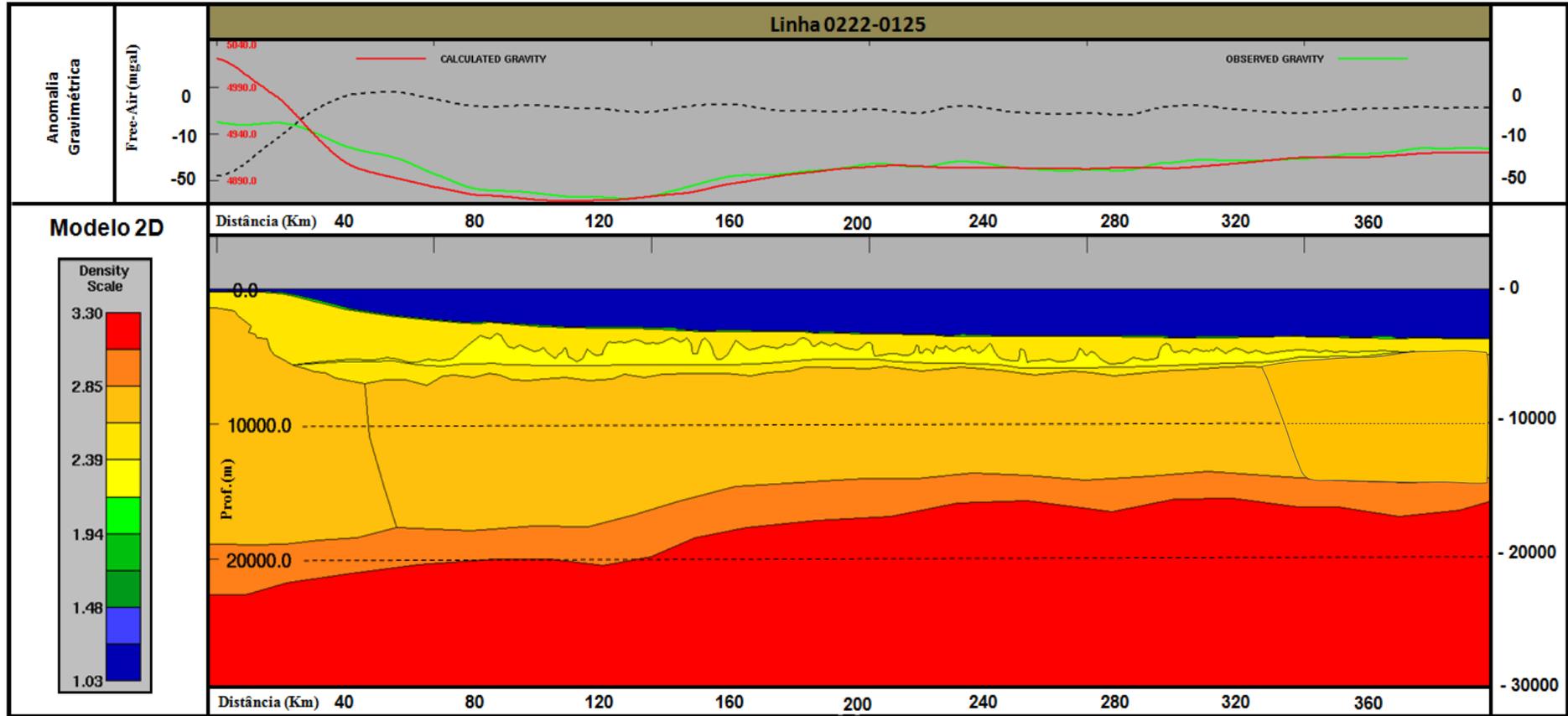
Fonte: Autor

Figura 72 - Modelo gravimétrico final 0239-0367 com a indicação das estruturas rasas e profundas



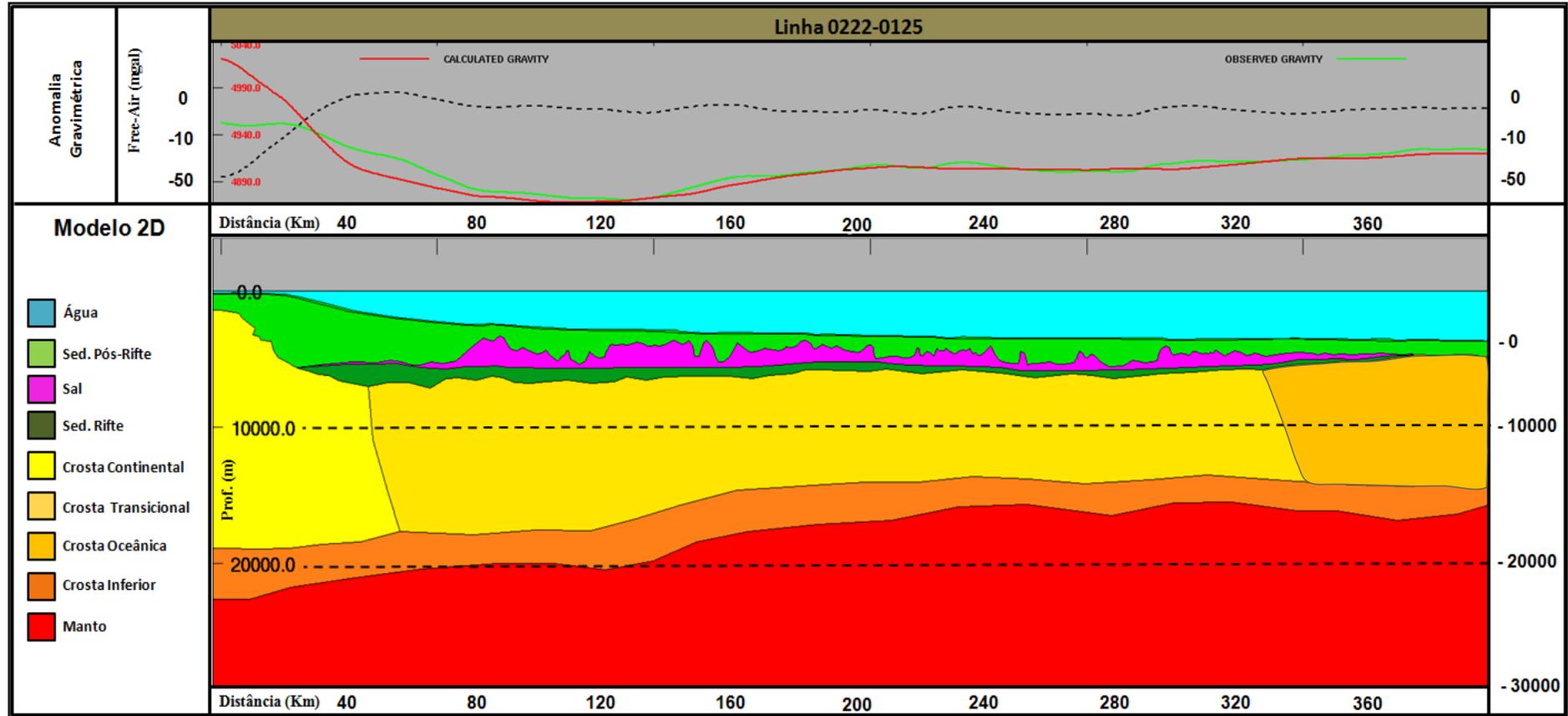
Fonte: Autor

Figura 73 - Modelo gravimétrico final 0222-0125 com a distribuição de densidades.



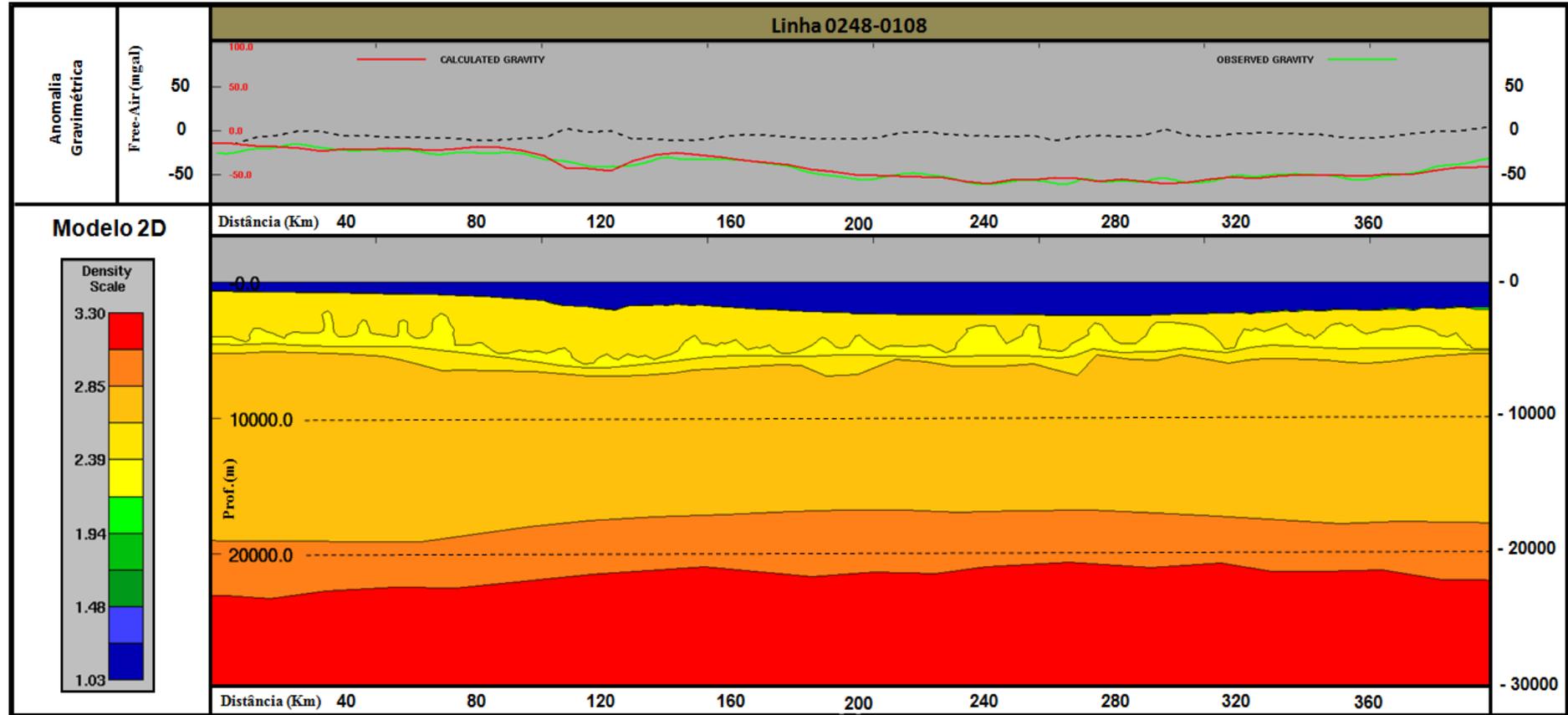
Fonte: Autor

Figura 74 - Modelo gravimétrico final 0222-0125 com a indicação das estruturas rasas e profundas



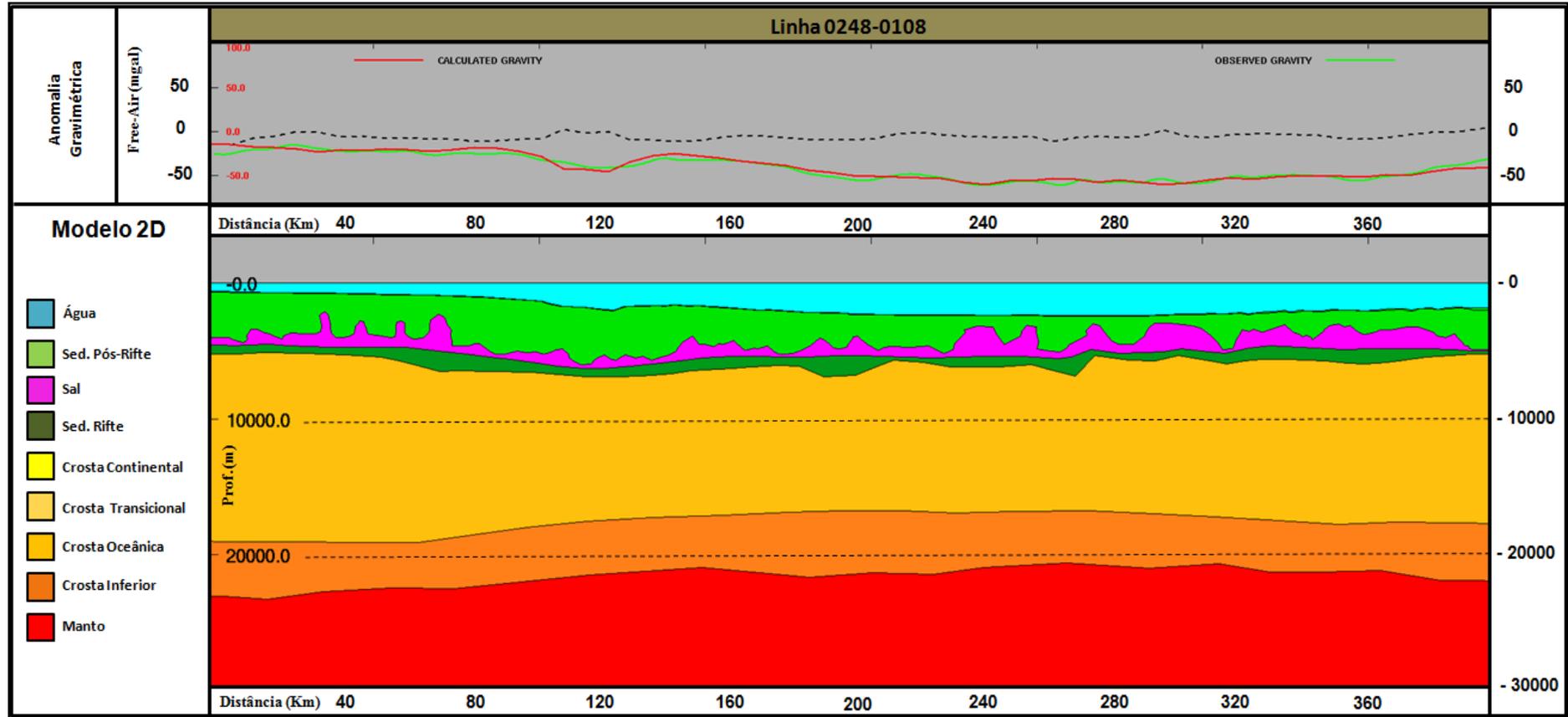
Fonte: Autor

Figura 75 - Modelo gravimétrico final 0248-0108 com a distribuição de densidades.



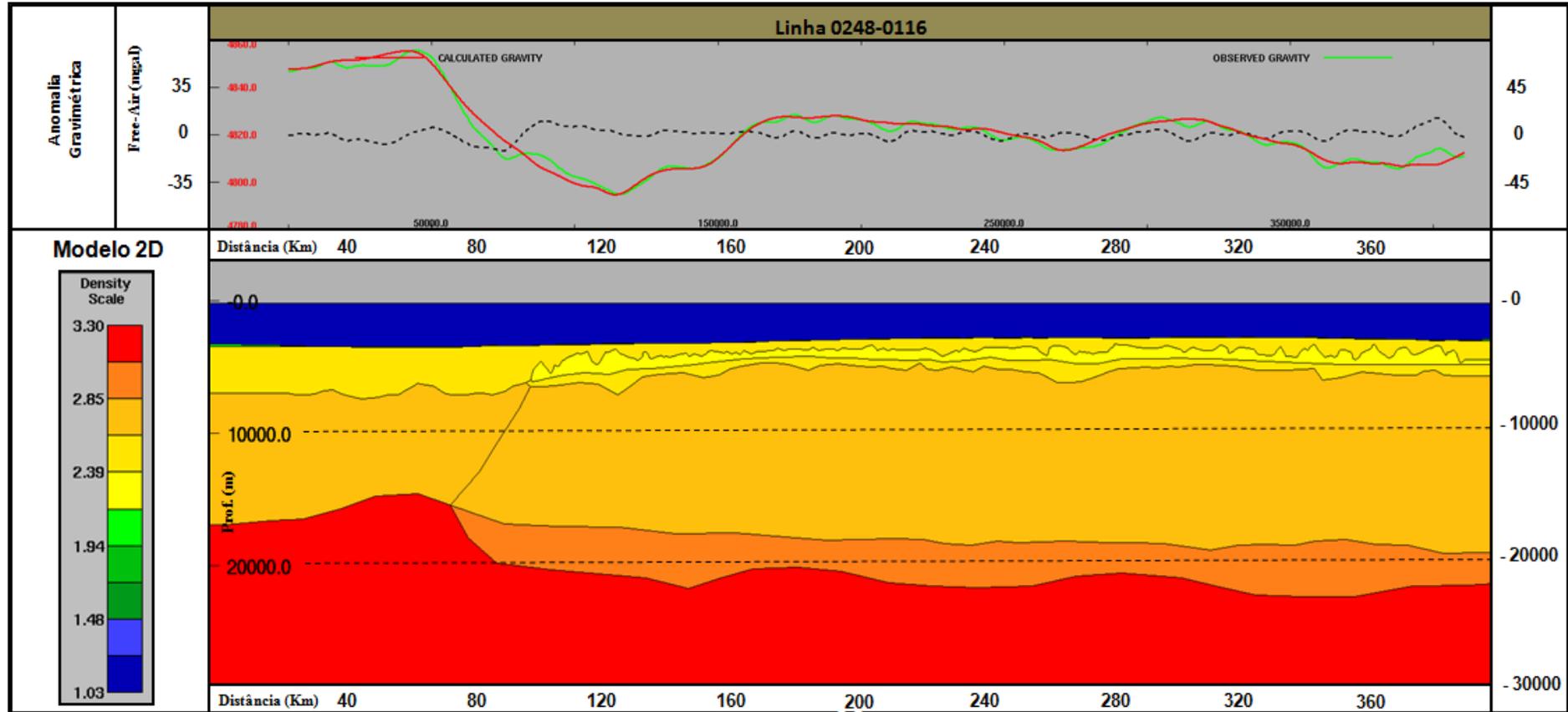
Fonte: Autor

Figura 76 - Modelo gravimétrico final 0239-0367 com a indicação das estruturas rasas e profundas



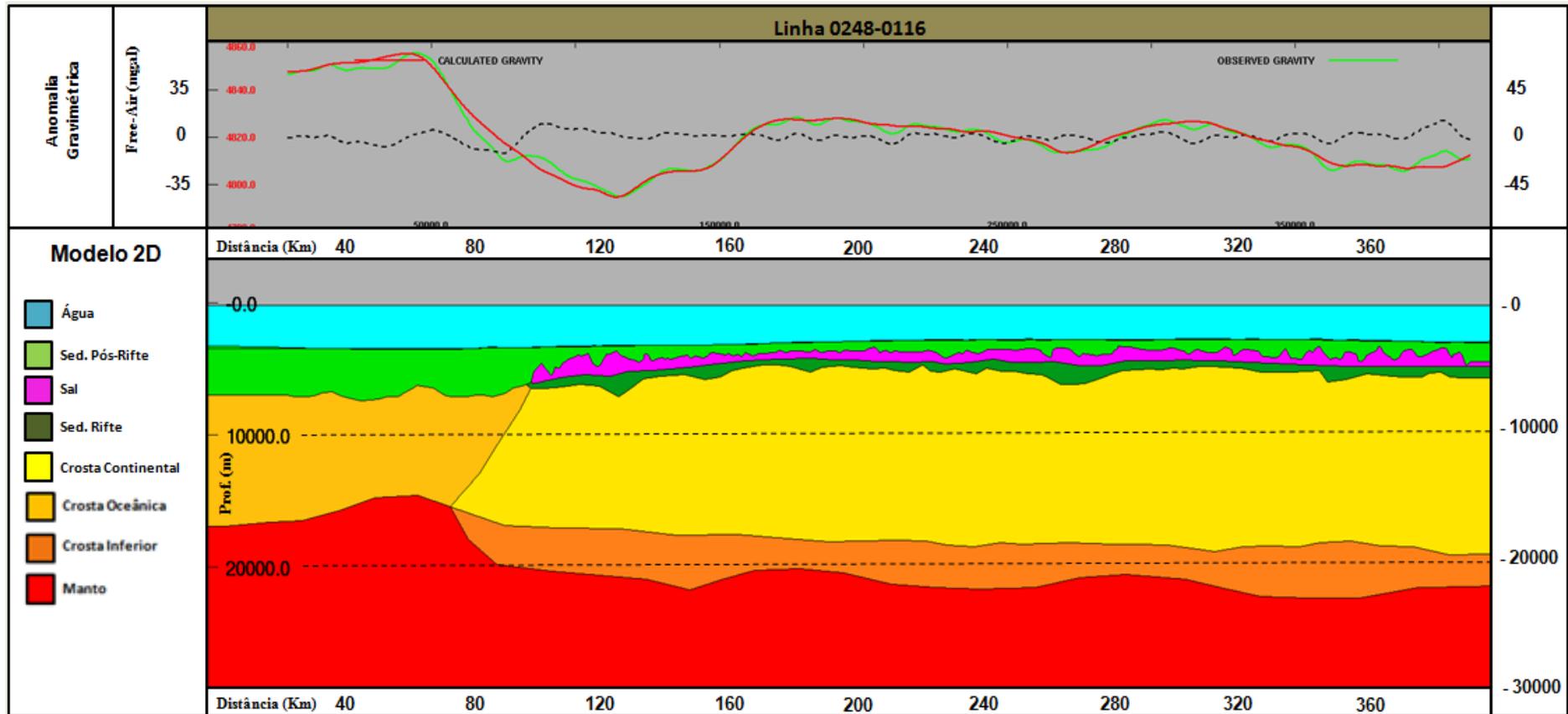
Fonte: Autor

Figura 77 - Modelo gravimétrico final 0248-0116 com a distribuição de densidades.



Fonte: Autor

Figura 78 - Modelo gravimétrico final 0248-0116 com a indicação das estruturas rasas e profundas



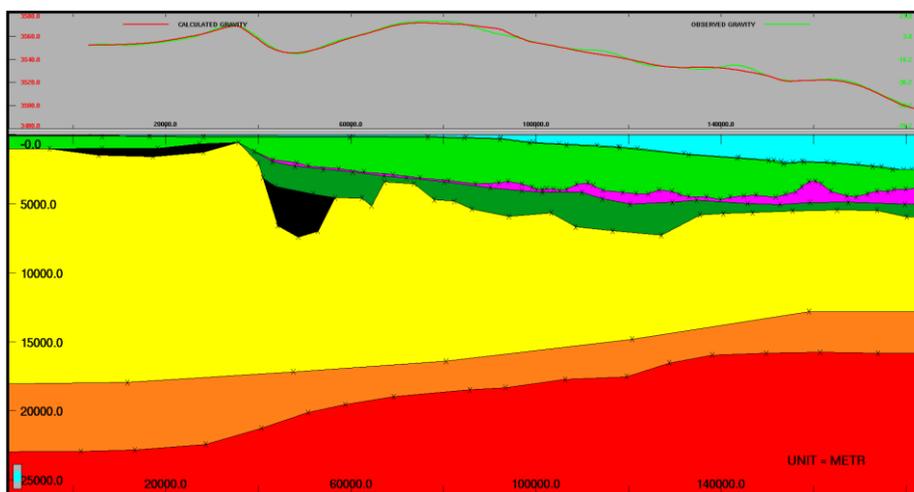
Fonte: Autor

Baseados nos modelos finais temos:

Linha 0239-0366 (Norte): Linha dip com seu início na região da plataforma continental do Rio de Janeiro e final após a dorsal de São Paulo. Após a modelagem, foi concluído que essa linha, e possivelmente a região em volta, apresenta a transição da crosta continental para transicional na região do talude continental, entre as mudanças de faixas gravimétricas F1-F2. Ao longo da região do platô de São Paulo a anomalia relativa ao alto externo é mapeada, onde sua origem está relacionada ao manto, porém causando interferência na crosta. A passagem crosta transicional para oceânica se dá ao redor da região da dorsal de São Paulo com a grande presença de rochas vulcânicas no topo. Para essa linha o aparecimento efetivo da crosta oceânica é modelado após a dorsal de São Paulo. Todavia, ainda foram observados misfits nas partes proximais e distais.

Na parte proximal foi inserida uma região de baixo anterior a linha de chaneira, que é relacionada a possíveis grabens (Figura 79) anteriores ao rifteamento, preenchidos por sedimentos das fases tectônicas.

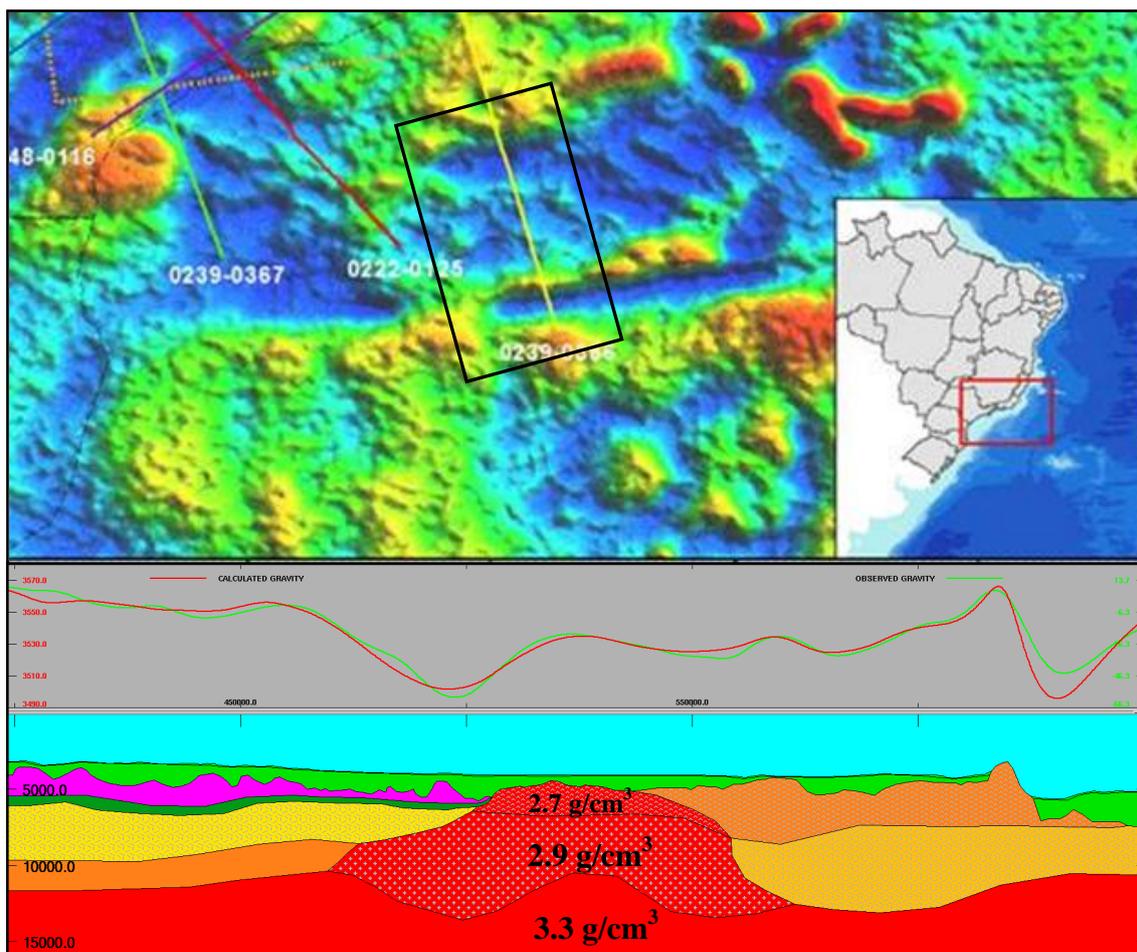
Figura 79 - Possíveis grabens (em preto) formados anteriormente ao rifteamento.



Fonte: Autor

Na parte distal, foi testada a possibilidade de manto exumado na região entre o platô de São Paulo e a dorsal de São Paulo, no qual a modelagem foi satisfatória somente para a linha 0239-0366. Para tal é assumido que o manto perde sua densidade passando de 3.3 g/cm^3 para 2.70 g/cm^3 , como descrito em Pinvidic e Manatschal (2009) e Zalan *et al* (2011), devido ao efeito de serpentinização.

Figura 80 - Possível presença de manto exumado na linha 0239-366



Fonte: Autor

Linha 0239-0367 (Sul): Linha dip com seu início na região da plataforma continental de São Paulo, e final após o limite sul da bacia. A modelagem concluiu que essa região apresenta como na linha anterior, a passagem de crosta continental para transicional na região de talude, porém a passagem de transicional para oceânica ainda em região com presença de sal. Isso se deve, pois ao sul da bacia de Santos existe o domínio de crosta vulcânica/oceânica desde o alto de Florianópolis. A presença do alto externo sul é mapeada, porém sutil, já que a linha corta o flanco norte do mesma.

Linha 0222-0125 (Centro): Linha dip com início em região de talude (São Paulo), típico de passagem de crosta continental para transicional. Diferente das outras duas linhas, essa se localiza numa zona de domínio de baixos gravimétricos, observado maiores valores associados ao seu final e como esperado a transição de crosta transicional para oceânica com presença de rochas vulcânicas ao longo.

Linha 0248-0108 (Proximal): Linha strike proximal em região de baixos gravimétricos, sendo modelada em sua totalidade como de crosta transicional. Todavia tanto no limite norte, quanto no limite sul, a linha vai em direção a plataforma continental, no qual é interpretado o efeito da mudança de tipo de crosta. Como na linha 0222-0125, essa linha não corta nenhuma zona de alto estrutural.

Linha 0248-0116 (Dixtal): Linha strike que com início e fim sobre os altos externos da bacia de Santos, no qual o efeito de ambos são bem modelados. Na parte norte e central é visto o domínio de uma crosta transicional com anomalias referentes aos altos, porém ao sul é modelada a presença de crosta vulcânico-oceânica. Esse contato se dá sobre a região do alto, que ao sul é cortado pela zona de fratura de Florianópolis.

CONCLUSÃO

A modelagem gravimétrica realizada com dados gravimétricos free-air adquiridos sobre as linhas 0239-366 / 367, 0222-125 e 0248-108/116, auxiliadas por dados sísmicos e de poços na bacia de Santos, mostraram-se satisfatórias quando analisadas as espessuras crustais resultantes e as zonas de contato entre os diferentes tipos de crosta e da passagem para o manto, inicialmente desconhecida pela baixa resolução da sísmica de reflexão.

As quatro zonas de altos e baixos valores observadas na análise do mapa gravimétrico regional (Figura 31) e no perfil 2D plotado (Figura 32), são justificadas na modelagem por mudanças significativas na característica da crosta e na profundidade da “Moho”. Para as linhas dip, as mudanças mais significativas estão na região de passagem da charneira de Santos para a região do platô de São Paulo, devido a transição da crosta continental para a crosta transicional e ao final do platô de São Paulo com o aparecimento de crosta vulcânica/oceânica.

Nas linhas strike, as mudanças mais significativas estão ao sul de ambas as linhas, com a passagem de crosta transicional para uma crosta oceânica, observada na linha 0248-116, que indicam a presença de crosta oceânica e rochas vulcânicas nas regiões ao sul da bacia causada pela zona de fratura de Florianópolis.

A ausência da modelagem das rochas vulcânicas, separadamente da crosta, justifica as diferenças ainda mantidas pelo modelo em termos dos baixos e médios comprimentos de onda, no qual um trabalho futuro em conjunto com o método magnético poderá facilitar a modelagem dessa zona, através da deconvolução de Werne para mapeamento do denominado embasamento magnético.

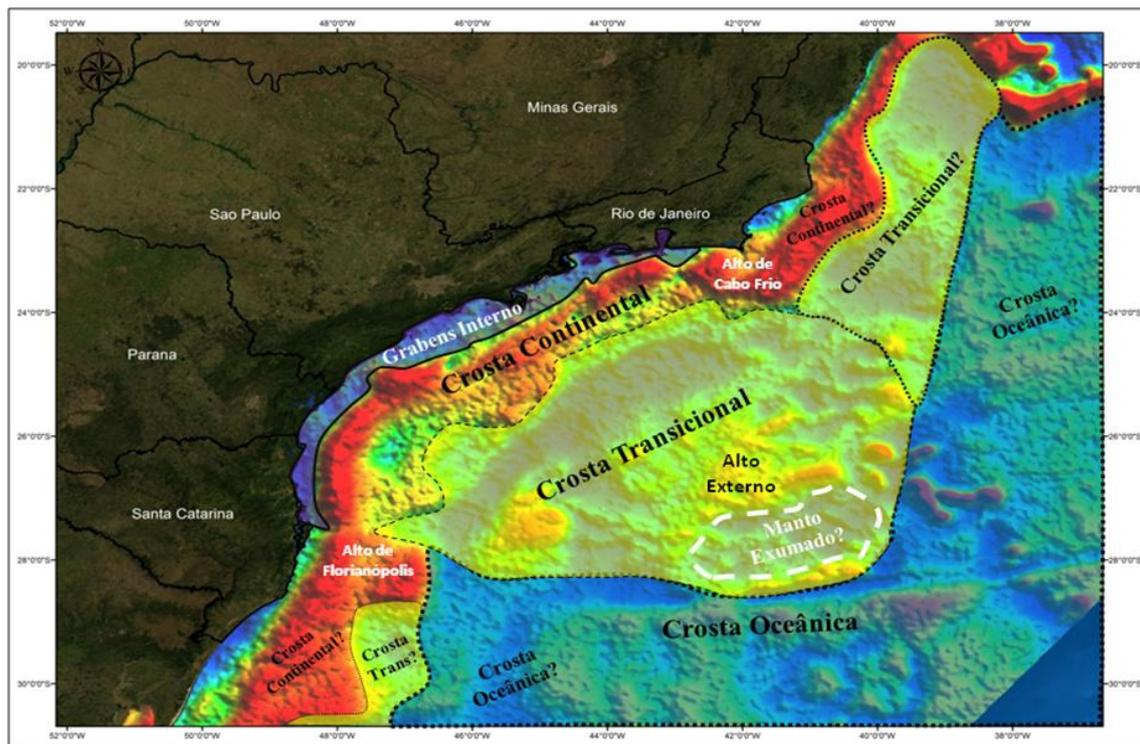
Do ponto de vista exploratório, a presença de uma espessura crustal considerável ao longo das linhas até a passagem definitiva para a crosta oceânica, com a presença de altos do embasamento, abre a possibilidade de *plays* em águas ultra-profundas e fora dos limites matáricos da bacia de Santos. Contudo devido a natureza dessa região e sua distância em relação às áreas fontes, diminui a chance de termos rochas geradoras, como também a presença de bons reservatórios. Todavia, somente com a perfuração de poços exploratórios que ambas as possibilidades podem ou não serem confirmadas.

Do ponto de vista do movimento de abertura e evolução da margem sudeste, em especial da bacia de Santos, é válido afirmar que processos mistos com diferentes taxas de estiramento ao longo da margem (White e McKenzie, 1989) são observados. Esse fato é evidenciado pela presença do platô de São Paulo, altos externos e alinhamentos localizados, diferenciando cada bacia da margem das demais vizinhas. A possibilidade de manto exumado não é descartada em partes da bacia, sendo a linha 0239-366 a única apresentar tal feição modelada, não sendo observada nos dados sísmicos, porém em caso positivo, é esperado um manto com densidades menores a 3 g/cm^3 , devido ao efeito de serpentinização, no qual geraria um contato gravimétrico similar entre rochas vulcânicas e sedimentos ou crosta transicional.

As características heterogêneas da crosta ao longo do perfil estão em concordância com as principais fontes bibliográficas utilizadas como referências ao longo do projeto como Leyden et al. (1971), Guimarães et al. (1982) e Chang e Kowsmann (1984), Chang et al. (1992), De Mio (2005), Mohriak et al (2010), Zalan et al (2011) e Kumar et al. (2012). Porém a definição exata dos limites Crosta Continental, Transicional e Oceânica ainda está em aberto à espera de campanhas de poços profundos para validação e sustentando assim trabalhos futuros, se possível com a integração de mais métodos geofísicos.

Por último, a metodologia proposta mostrou-se positiva para o tipo de problema proposto, na qual sua aplicação em áreas de novas fronteiras é altamente recomendável, quando observado o custo e tempo alinhados com os tipos de informações que podem ser retiradas da mesma. Para tal, é necessário ter o mínimo de dados disponíveis para realizar as observações regionais e ter um conhecimento geológico regional para entender o que está sendo medido.

Figura 81 - Extrapolação da Interpretação das linhas no contexto regional



Fonte: Autor

REFERÊNCIAS

- ALLEN, P. A.; ALLEN, J. R. *Basin Analysis: Principles e Applications*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1990. 451.p
- ALMEIDA, F. F. M. The System of Continental Rifts bordering the Santos Basin., *An. Acad. Bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro, v. 48, p. 15-26. 1976. Suplemento.
- ALMEIDA, F. F. M. Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da plataforma Sul-Americana. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 3, p. 139-158, 1983.
- ALVES, E.C. Zonas de Fratura Oceânica e Suas Relações com a Compartimentação Tectônica do Sudeste do Brasil. 2002. 233.p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
- ASMUS, H. E. Significado geotectônico das feições estruturais das bacias marginais brasileiras e áreas adjacentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32. 1982, Salvador. *Anais...* Salvador: SBG, 1982. v.4 p. 1547-1557.
- ASMUS, H. E; P. R. BAISCH: Geological Evolution of the Brazilian continental. *Margin. Episodes* v.4, p. 3-9, 1983.
- AZEVEDO, R. L. M. Paleoceanografia e a evolução do Atlântico Sul no Albiano: *Boletim de Geociências Petrobras*, Rio de Janeiro v. 12, p. 231-249, 2004.
- BIZZI, L. A. SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI. R.M; GONÇALVES, J.H.: *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Brasília, Serviço Geológico do Brasil, 2003, 692.p.
- BLAKELY, R. J.; CONNARD G. C. Crustal studies using magnetic data, Geophysical Framework of the continental United States, *Geological Society of America*, Estados Unidos, p. 45-60, 1989.
- BLAKELY, R.J. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press, Inglaterra, 1995, 437.p.
- BACOCOLLI, G. ARANHA, L.G.F. *Evolução estrutural do Brasil meridional*. Rio de Janeiro: DEPEX – Petrobrás, 1984, 153.p
- CAINELLI, C.; MOHRIAK, W.U. Some remarks on the evolution of sedimentary basins along the Eastern Brazilian continental margin. *Journal of Internacional Geoscience, Episodes*, v. 22, n. 3, p. 206-216, 1999.
- CASTRO, D.L. Modelagem Gravimétrica 3-D de Corpos Graníticos e Bacias Sedimentares com Embasamento Estrutural de Densidade Variável. *Revista Brasileira de Geofísica*, v.23, n.3, .p. 295-308, 2005.

CHANG, H. K.; KOWSMANN, R. O. Interpretação genética das sequências estratigráficas das bacias da margem continental brasileira: *Revista Brasileira de Geociências*, v. 17, no. 2, .p. 74–80, 1987.

CHANG, H. K.; KOWSMANN, R. O. Subsidência térmica e espessura crustal na Bacia de Santos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* SBG, 1984. p. 1602-1614.

CHANG, H. K.; KOWSMANN, R. O.; FIGUEIREDO, A.M.F.; BENDER, A. Tectonics and stratigraphy of the East Brazil Rift system: *Tectonophysics*, v.213, p. 97-138, 1992.

CONDI, F.J., ZELT, C.A., SAWYER, D.S.; HIRASAKI, G. J. Gravity Inversion for Rifted Margin Deep Structure Using Extension and Isostatic Constraints. *Geophysical Journal International*, v.138, .p. 435-446, 1999.

DELL'AVERSANA, P. Integration of seismic, MT and Gravity Data in a Thrust Belt Interpretation. *First Break*, v.19, n.6, p. 334-341, 2001

DE MIO, E. *Modelagem Crustal da Bacia de Santos pela Integração de Métodos Geofísicos*, 2005 94.p. Dissertação (Mestrado em Geologia), Instituto de Geociências da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005

DE ARAÚJO, J.S. *Modelagens Magnetotélúrica e Sísmica na Bacia do Espírito Santo*, 2005, 55.p. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Macaé, 2005.

DIAS, J.L. Tectônica, estratigrafia e sedimentação no Andar Aptiano da margem leste brasileira, *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v.13, p. 7–25, 2005.

ESTRELLA, G.O. Pré-Sal, conhecimento, estratégia e oportunidades. In: FÓRUM NACIONAL, 2008. *Trabalhos apresentados...* Rio de Janeiro: INAE, , , 2008, 20.p. Edição Extraordinária.

FIGUEIREDO, A,M.F.; MOHRIAK, W.U. A Tectônica Salífera e as Acumulações de Petróleo da Bacia de Campos. Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33. 1984, Rio de Janeiro. *Anais...*Rio de Janeiro: SBG, 1982 .p. 1380-1394.

GAMBOA, L.A.P.; MACHADO, M.A.P.; DA SILVEIRA, D.P.; DE FREITAS, J.T.R.; Da Silva, S.R.P. Evaporitos Estratificados no Atlântico Sul: Interpretação sísmica e controle tectono-estratigráfico na Bacia de Santos. *Sal Geologia e Tectônica*, p. 340-359, 2008.

PEDERNEIRAS, G; GABAGLIA, R.; MILANI, E.J. *Origem e Evolução de Bacia Sedimentares*. Rio de Janeiro:Petrobras, 1990. 415p.

GLADZENKP, T. P.; HINZ, K.; ELDHOLM, O.; MEYER, H.; NEBEN, S.; SKOGSEID, J. South Atlantic volcanic margins. *Journal of the Geological Society*, 154, 465-470.p. 1997.

GUIMARÃES, P. P. D.; ALMEIDA, H. P.; R. O. KOWSMANM; M. P. A. COSTA; M. P. BOA HORA. Modelagem Gravimétrica na porção sul do platô de São Paulo e suas implicações geológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32. 1982, Salvador. *Anais...* Salvador: SBG, 1982. p. 1570-1575.

KARNER, G.D. Rifts of the Campos and Santos Basins, Southeastern Brazil: Distribution and Timing. *Petroleum systems of South Atlantic Margins*. Tulsa, p. 302-315, 2000.

KARNER, G. D; N. W. DRISCOLL. Tectonic and stratigraphic development of the West African and eastern Brazilian margins; insights from quantitative basin modeling. *Geological Society Special Publication*, v.153, p. 11-40, 1999.

KEARY, P; BROOKS, M. *An Introduction to Geophysical Exploration*. 2. ed. [S. l.]: Blackwell Science,. 1998. 253 p.

KINGSTON, D.R.; DISHROON, C. P.; WILLIAMS P.A. Global basin classification system. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin - AAPG*, Tulsa, v. 63, n. 12, p. 2175-2193, 1983.

KOWSMANN, R. O.; M. P. A. COSTA; H. P. ALMEIDA; P. P. D. GUIMARÃES; M. P. BOA HORA. Geologia Estrutural do Platô de São Paulo In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32. 1982, Salvador. *Anais...*, SBG, 1982, p. 1558-1569.

KUMAR, N.; GAMBOA, L.A.P.; SCHREIBER, B.C.; MASCLE, J. Geologic history and origin of São Paulo Plateau (Southeastern Brazilian Margin) comparison with the Angolan Margin, and the early evolution of the Northern South Atlantic. California, *Deep Sea Drilling Project, Scripps Institution of Oceanography*, p. 927-945, 1977.

KUMAR, N.; GAMBOA, L.A. Evolution of the São Paulo Plateau (Southeastern Brazilian Margin) and implications for the early history of South Atlantic. *Geological Society of American, Bulletin*, v. 90, p. 281-293, 1979.

KUMAR, N.; DANFORTH, A.; Nuttall, P.; HELWIG, J.; BIRD, D.E. *From oceanic crust to exhumed mantle: a 40 year (1970-2010) perspective on the nature of crust under the Santos Basin, SE Brazi*. Londres: Geological Society, 2012. Special Publications, v.369

LEYDEN, R, LUDWIG, W. J.; EWING, J. Structure of the continental margin of Punta del Este, Uruguay and Rio de Janeiro. *AAPG Bulletin*, n° 55, p. 2161-2173, 1971.

LEYDEN, R.: Salt distribution and crustal models for the eastern Brazilian margin. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.48, p. 159-168, 1976.

MACEDO, J. M. Evolução tectônica da Bacia de Santos e áreas continentais adjacentes. In: PEDERNEIRAS, G; GABAGLIA, R.; MILANI, E.J. *Origem e Evolução de Bacia Sedimentares*. Rio de Janeiro: Petrobras, 1990. p. 361-376.

MCKENZIE, D. P. Some remarks on the development of sedimentary basins. *Earth and Planetary Science Letters*, v.40, p. 25-32, 1978.

MEISLING, KE. COBBOLD, PR.; MOUNT, VS. Segmentation of an obliquely rifted margin, Campos and Santos basins, Southeastern Brazil. *Assoc Petroleum Geology*, 85, p. 1903– 1924, 2001.

MODICA, J.C.; EUGENE, R.B. Postrift sequence stratigraphy, paleogeography, and fill history of the deep-water Santos Basin offshore southeast Brazil. *AAPG Bulletin*, v. 88, n. 7, p. 923–945, 2004.

MOHRIAK, W. Bacias Sedimentares da Margem Continental Brasileira. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M; GONÇALVES, J.H. *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Brasília: CPRM, 2003. Cap.3, p. 87 – 94.

MOHRIAK, W.; NEMCOK, M.; ENCIS, G. *South Atlantic divergent margin evolution: rift-border uplift and salt tectonics in the basins of SE Brazil*. Londres: Geological Society, 2008. p. 365-398. Special Publications, v.294

MOHRIAK, W.; SZATMARN, P.; ANJOS, S.M.C. *Sal Geologia e Tectônica*, Rio de Janeiro: Beca, 2008.

PALMA, J.J.C. *Fisiografia da área oceânica*. Geologia do Brasil: Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente, incluindo depósitos minerais -. Brasília, DF: MME/DNPM, p. 429-444, 1984. Escala 1:2500000

PAPATERRA, G.E.Z. *Pré-Sal Conceituação geológica sobre uma nova fronteira exploratória no Brasil*. 2010. 94.p., Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

PEDERNEIRAS, G; GABAGLIA, R.; MILANI, E.J. *Origem e Evolução de Bacia Sedimentares*. Rio de Janeiro: Petrobras, 1990. 415p.

PEREIRA, M. J. e BARBOSA, C.M., AGRA, J, Gomes, J.B., ARANHA, L.G.F., SAITO, M., RAMOS, M.A., CARVALHO, M.D., STAMATO, M., BAGNI, O. Estratigrafia da Bacia de Santos: análise das seqüências, sistemas deposicionais e revisão litoestratigráfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1986, Goiânia. *Anais...*, Goiânia: SBG, 1986. p. 65-79.

PEREIRA, M. J.; MACEDO, J.M. A Bacia de Santos: perspectivas de uma nova província petrolífera na plataforma continental sudeste brasileira. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v.4, p. 3-11, 1990.

PEREIRA, M. J.; F. J. FEIJÓ. Bacia de Santos. Estratigrafia das Bacias Sedimentares do Brasil. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v.8, p. 219-234.p. 1994.

PEREIRA, M. J. *Seqüências deposicionais de 2ª/3ª ordens (50 a 2,0 Ma) e tectono-estratigráfico Cretáceo de cinco bacias marginais do Brasil: Comparações com outras*

áreas do globo e implicações geodinâmicas, 1994, 271p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 271.p.

PINVIDIC, G.P.; MANATSCHAL, G. The final rifting evolution at deep magma-poor passive margins from Iberia-Newfoundland: a new point of view. *J Earth Sci*, v. 98, p. 1571-1597, 2009

PONTE, F.C.; ASMUS, H. E. Geological Framework of the Brazilian Continental Margin. *Geologische Rundschau*, Berlin, v. 67, p. 201-235, 1978.

PONTE, F.C.; ASMUS, H. E. As Bacias Marginais Brasileiras: Estágio Atual de Conhecimento. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v.12, p. 385-420, 2004.

PRESS, F, SIEVER R.,GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. *Para Entender a Terra*. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656 p.

RABIMOWITZ. P. D.; LABRECQUE, J. The Mesozoic South Atlantic Ocean and evolution of its continental margins. *Journal.of Geophysical Research*, v.84, p. 5973-6002, 1979.

TALWANI, M.; J. M. WORZEL; M. LANDISMAN. Rapid gravity computations for two dimensional bodies with application to the Mendocino Submarine Fracture Zone. *Journal of Geophysical Research*, v.64, p. 49-59, 1959.

TELFORD, W. M.; L. P. GELDART; R. E. SHERIFF. *Applied Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990, 770 .p.

WHITE, R. S.; MCKENZIE, D. P. Magmatism at rift zones: the generation of volcanic continental margins and flood basalts. *Journal of Geophysical Research*, v.94, p. 7685-7729, 1989.

ZALÁN, P.V.; SEVERINO, M.C.G.; RIGOTI, C.A.; MAGNAVITA, L.P.; OLIVEIRA, J.A.B.; VIANNA, A.R. An Entirely New 3D-View of the Crustal and Mantle Structure of a South Atlantic Passive Margin – Santos, Campos and Espírito Santo Basins, Brazil. Houston, *AAPG Annual Convention and Exhibition*, 2011