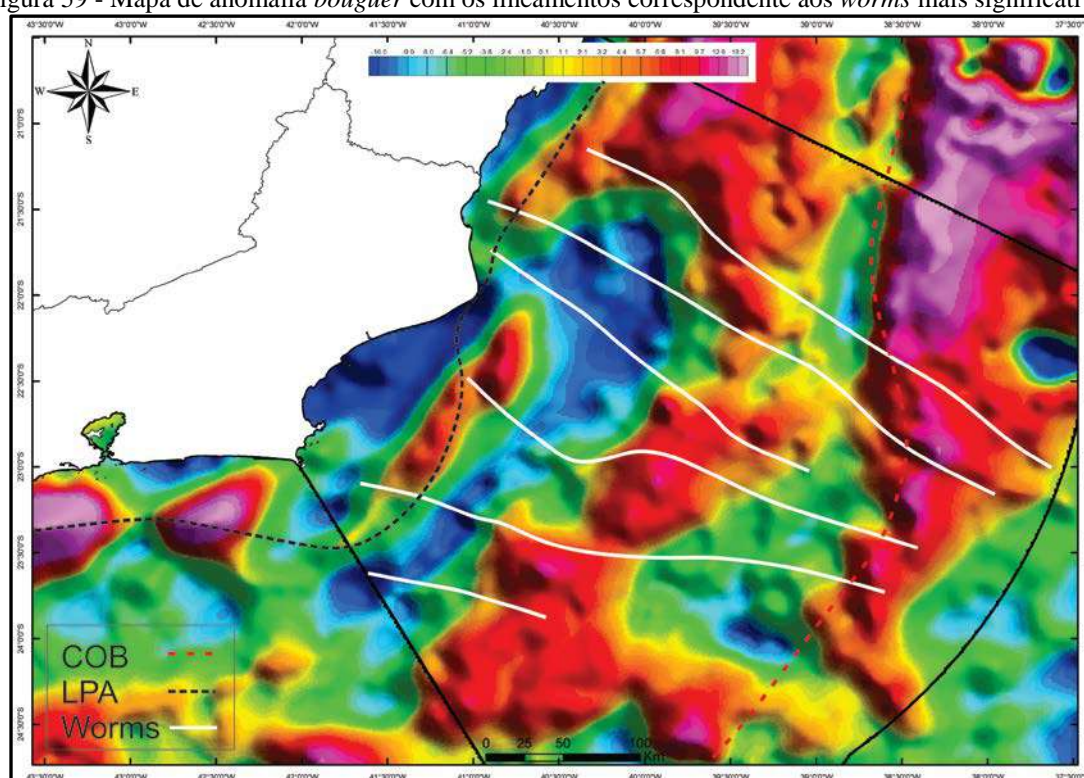


## 5 DISCUSSÃO

A análise de todos os resultados possibilitou estabelecer alguns padrões quanto a identificação de elementos transversais na bacia de Campos. O primeiro dado a ser tratado foi o de magnetometria, através deste, foi possível utilizar a ferramenta *worm* para encontrar os primeiros indícios de lineamentos condizentes com estruturas ortogonais à direção principal da bacia. A seguir, os dados de gravimetria foram trabalhados de maneira à eliminar anomalias mantélicas e restringir a análise à feições crustais, trazendo luz à uma melhor correlação com os feições do embasamento. Além disso, estabeleceu-se uma correlação de altos e baixos gravimétricos e altos e baixos estruturais na bacia, observando-se que muitas das anomalias na parte *offshore* encontravam-se segmentadas, o que foi interpretado como mais um indício de falhas de transferência. No mapa de anomalia *bouguer* residual (Figura 59), esses lineamentos foram destacados.

Figura 59 - Mapa de anomalia *bouguer* com os lineamentos correspondente aos *worms* mais significativos.



Legenda: COB - Limite da Crosta Oceânica; LPA - Limite Pré-Aptiano.

Fonte: A autora(2016).

Nessa mapa observa-se que existem dois *trends* distintos para segmentação das anomalias gravimétricas. Na parte norte, observa-se uma forte mudança no *trend* para NW-SE. Nessa porção da bacia também fica claro que o *trend* principal passa de NE-SW para N-S até o limite da crosta oceânica. Já na parte sul os lineamentos tem direção E-W, vale ressaltar que existe também nessa porção um forte lineamento de direção NW-SE, porém não foi encontrado nenhum indício de estruturas nas seções sísmicas para este lineamento.

As linhas de direção NW-SE(*dip*) serviram como suporte na mudança da arquitetura estrutural ao longo da bacia (Figura 60). Nela aponta-se a diferença nos domínios descritos no capítulo anterior.

De norte para sul há uma mudança completa no padrão de estruturas, especialmente as relacionadas à tectônica do sal. Por exemplo, na linha 00660009 (Figura 60A), não é possível identificar o domínio I, porém nela é possível notar um alto do embasamento em contato direto com camadas da seção carbonática. A presença de diápiros é restrita, sendo a característica mais marcante à mobilização do sal em direção à crosta oceânica. Nessa seção ainda observa-se um monte vulcânico, caracterizado como Almirante-Saldanha.

Na figura 60B, à sul da linha 00660009, temos a linha SPP992225, esta linha também apresenta um alto estrutural na parte proximal, correlacionado ao Alto de Badejo. Observa-se uma melhor distribuição da camada que vai desde o embasamento até a base do sal, há a presença de um alto externo, porém não encontra-se em contato direto com sedimentos do Albiano. Em relação à tectônica halocinética, é possível identificar o limite da crosta oceânica, onde a mobilidade do sal possibilita a formação de estruturas cavalgantes.

A seção 02390363 (Figura 60C) apresenta na parte proximal, um baixo seguido de um alto, caracterizado como o Alto de Badejo, assim como na seção anterior. Mais adiante observa-se um alto no embasamento que segmenta dois depocentros da fase rifte e *sag*. Já na parte distal, a distribuição de diápiros de sal é superior quando comparada com outras regiões da bacia. Esses diápiros cortam o horizonte referente ao topo do Cretáceo e algumas vezes o limite do Oligoceno. A influência desses diápiros é percebida na disposição das camadas estratigráficas até o Mioceno Médio e em alguns pontos até o fundo do mar.

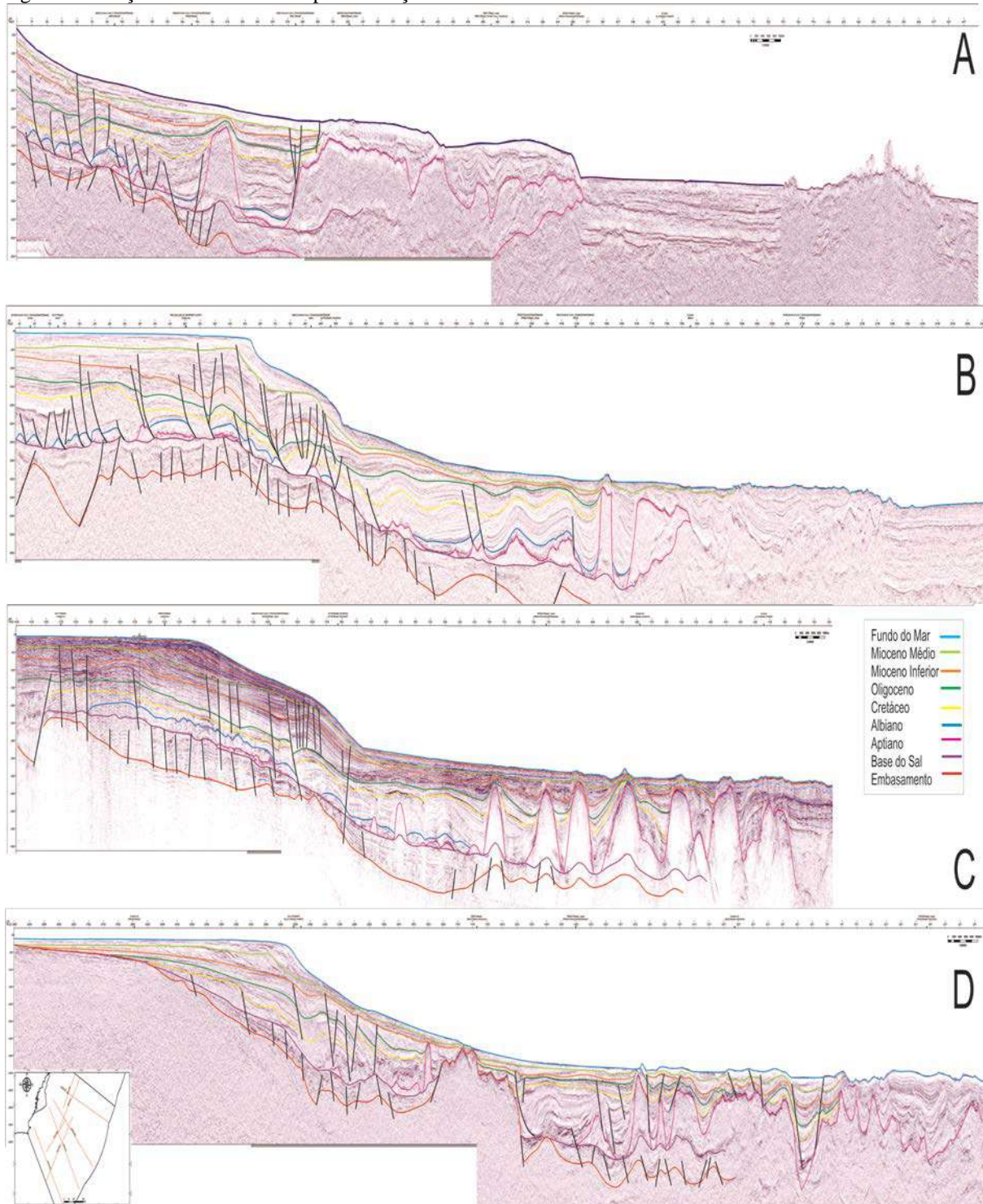
Na figura 60D a feição de maior destaque é um alto estrutural que intrude as camadas até o Mioceno Superior, quase chegando ao fundo do mar. Este alto, de formato assimétrico, compartimenta essa seção em dois tipos de feições estruturais: na parte oeste,

observa-se que a seção do rifte e do *sag* tem sua arquitetura afetada diretamente pela intrusão dessa feição; já no lado leste, essa mesma influência não é percebida. Ainda assim, é possível constatar que essa intrusão ocorreu após a deposição da camada de sal, já que parte deste ficou confinada na seção proximal da bacia, enquanto na parte distal há uma série de diápiros formados após a migração do mesmo em direção à crosta oceânica. No mapa de espessura do embasamento até o fundo do mar (Figura 61) é possível observar a influência dessa estrutura na parte sul da bacia. Esta feição, quando observada em mapas gravimétricos coincide com a Zona de Fratura do Rio de Janeiro, o que pode influenciar no fato de as falhas transferentes serem de menor expressão na parte sul, já que fontes de magmatismo podem se utilizar de estruturas pré-existentes, aumentando o caráter dúctil e dificultando a reativação de estruturas do embasamento.

Outro elemento de destaque nessa mesma linha é uma falha *rollover* que vai de encontro ao limite oeste deste alto, nela há um espessamento das camadas depositadas desde o Albiano até o topo do Oligoceno, enquanto que as camadas mais recentes foram depositadas antes dessa intrusão, já que não apresentam crescimento de seção em direção ao alto. À norte, essa feição identificada na seção 02390363, porém com um caráter menos expressivo, limitando sua influência apenas até a base do sal.

Com a identificação das diferenças nas linhas *dip*, o próximo passo é a observação dos elementos nas linhas *strike* a fim de melhor compreender a dinâmica da bacia e determinar com maior precisão onde estão localizadas as falhas de transferência. Nas figuras 62, 63 e 64 são mostrados os indícios de falhas de transferência ao longo das seções e como elas evoluem.

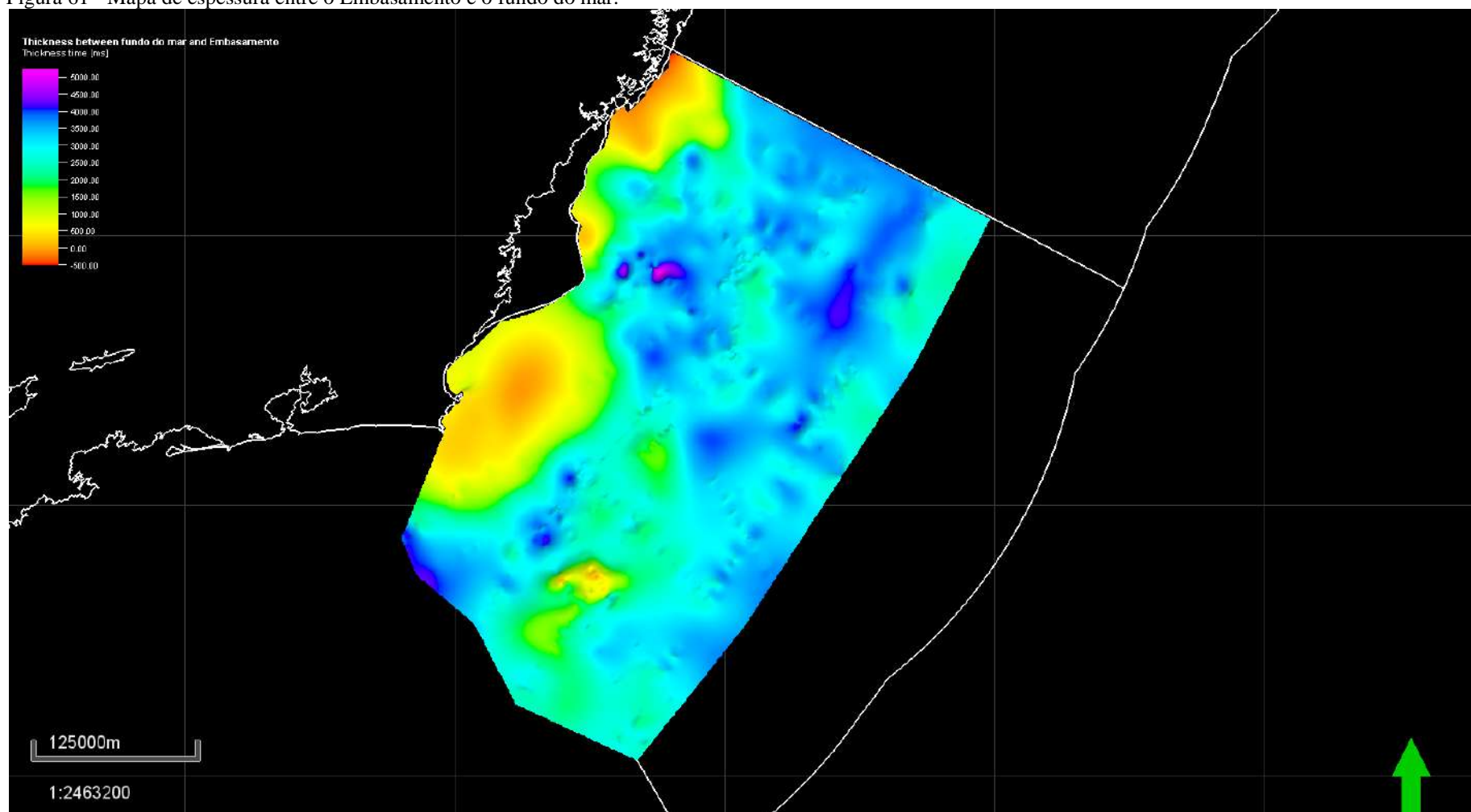
Figura 60 - Seções sísmicas em tempo na direção NW-SE.



Legenda: Mostrando a mudança nos regimes de domínios da Bacia de Campos. A)00660009; B)SPP992225; C)02390363; D)SPP992231.

Fonte: A autora (2016).

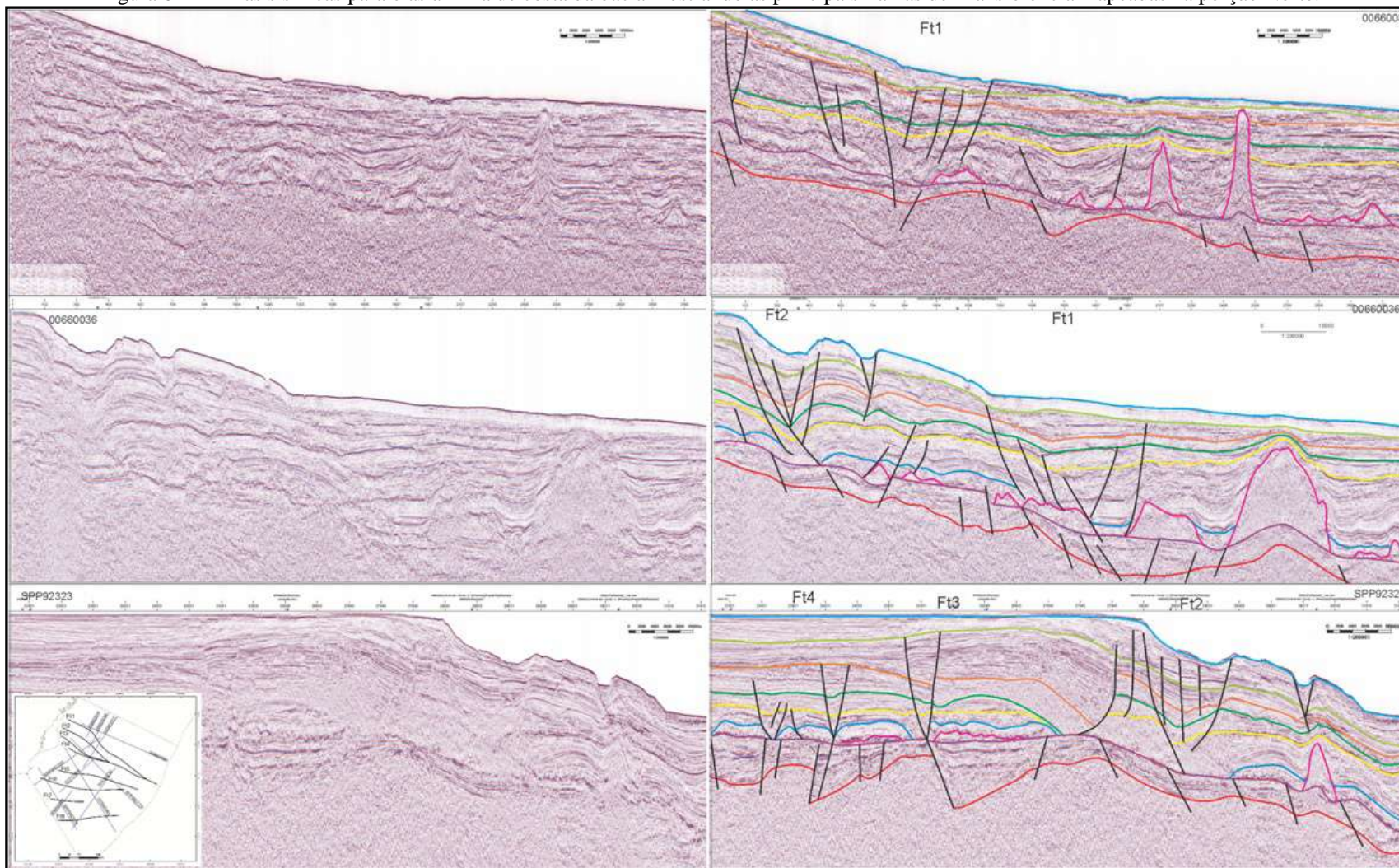
Figura 61 - Mapa de espessura entre o Embasamento e o fundo do mar.



Legenda: Destacando a feição no extremo sul da Bacia de Campos onde quase não há acúmulo de sedimentos, indicando um alto estrutural.

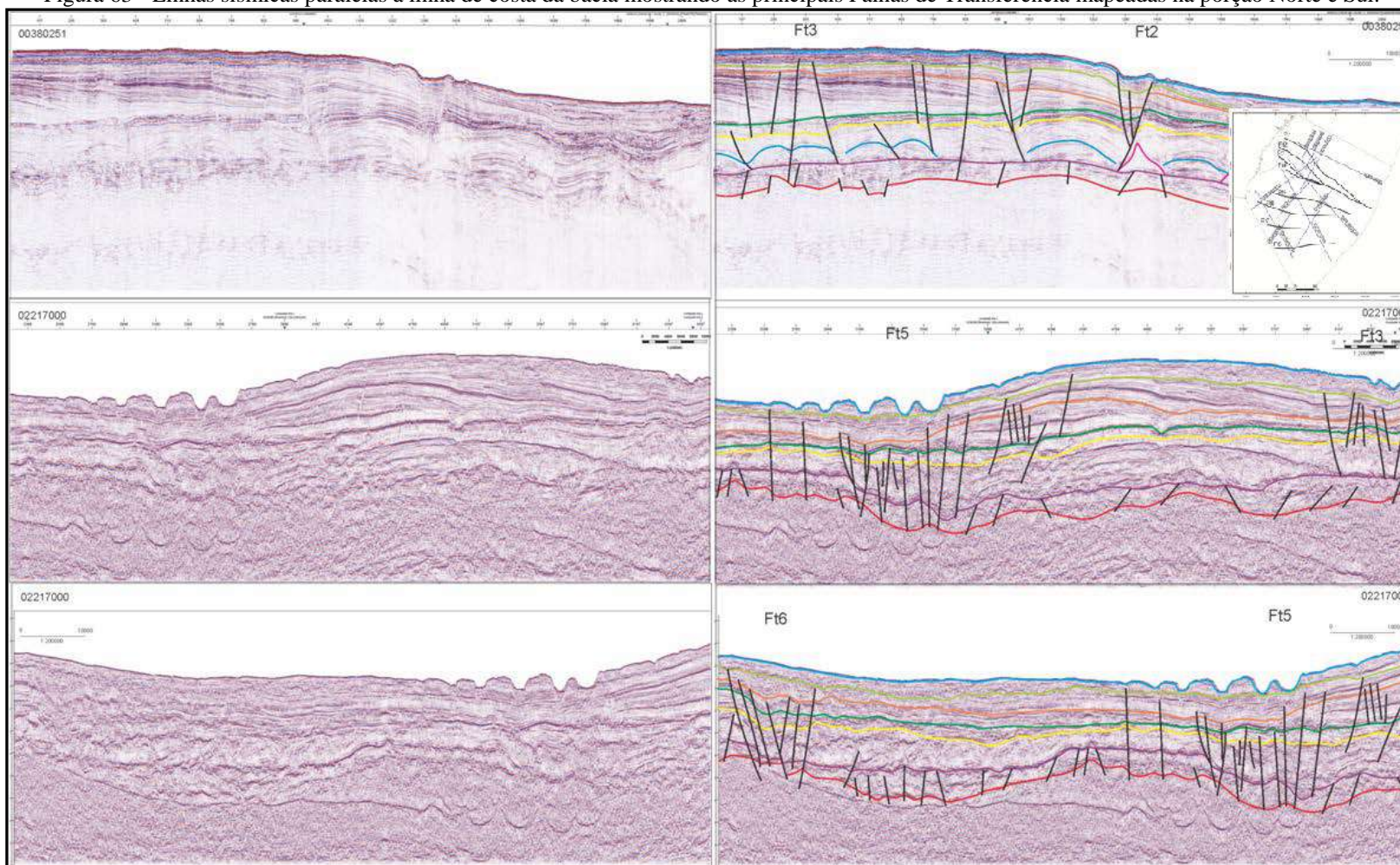
Fonte: A autora (2016).

Figura 62 - Linhas sísmicas paralelas à linha de costa da bacia mostrando as principais Falhas de Transferência mapeadas na porção Norte.



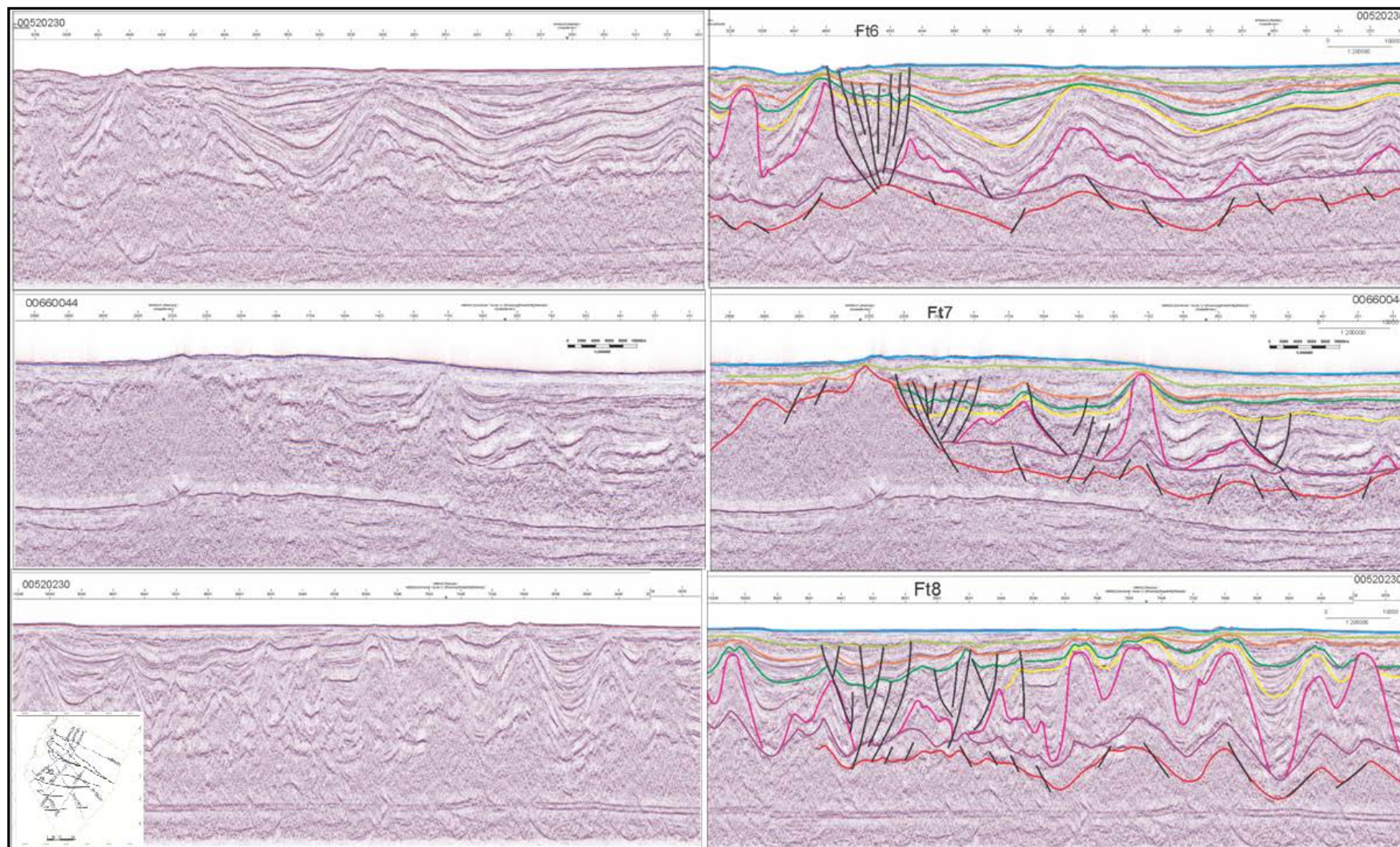
Fonte: A autora (2016).

Figura 63 - Linhas sísmicas paralelas à linha de costa da bacia mostrando as principais Falhas de Transferência mapeadas na porção Norte e Sul.



Fonte: A autora (2016).

Figura 64 - Linhas sísmicas paralelas à linha de costa da bacia mostrando as principais Falhas de Transferência mapeadas na porção Sul.



Fonte: A autora (2016).



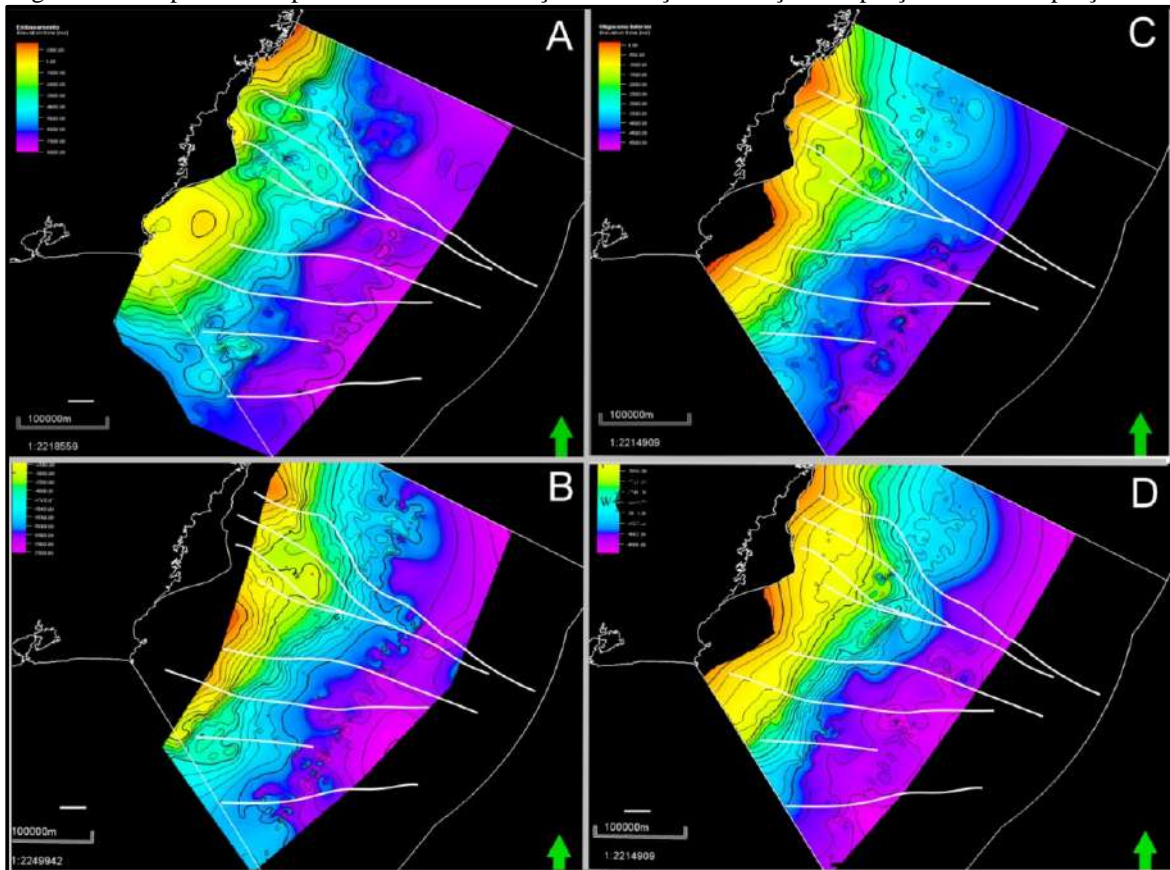
Um total de oito elementos (lineamentos estruturais principais) foram reconhecidos na parte *offshore* da bacia, sendo eles segmentados em dois grupos: o da porção norte e o da porção sul. As falhas da porção norte afetam as camadas desde o embasamento até o Recente, enquanto que as do sul se limitam ao Mioceno. Além disso, é possível acompanhar as falhas da parte norte desde a região próxima à linha de costa até a parte distal da bacia, enquanto que nas do sul essa característica não é identificada. A diferença de idade desses elementos não se restringe apenas à linhas sísmicas, como citado anteriormente, mas também é observada nos mapas em planta.

Na figura 65A, por exemplo, observa-se o topo do embasamento, marcando bem alguns depocentros do estágio rifte, onde estão registrados baixos estruturais na parte noroeste, especialmente próximo à linha de costa, onde foram identificadas quatro falhas de direção NW-SE, que segmentariam essa seção. Quando observada em escala menor, nota-se que as falhas mapeadas na parte sul não seguem em direção ao continente, porém segmentam um alto significativo no extremo sul da bacia, estas tem um *trend* diferenciado, de direção E-W. Essa distinção pode ser explicada pelo fato de que a abertura do Oceano Atlântico se deu de forma oblíqua, o que também influenciaria na disposição dos *trends* desses falhamentos. A porção norte seria a mais antiga, subordinada ao regime perpendicular ao *trend* principal NE-SW, por isso ele teria atingido camadas mais recentes. Já a porção sul, já estaria subordinada à uma regime leste-oeste e não atingiria todas as camadas. Essas falhas continuam sua evolução ao longo do tempo geológico, porém no mapa em planta das idades mais recentes, observa-se essa evolução de maneira distinta. Na figura 65B, 65C e 65D, essa diferença fica clara, a primeira representa o topo da base do sal, onde ainda percebe-se a presença desses lineamentos e destaca-se uma inflexão na parte central e outra mais à norte, já próximo ao limite com a bacia do Espírito Santo, modificando a direção principal de NE-SW para N-S. Nesse mapa ainda é possível identificar o *trend* leste-oeste da parte sul. À medida que essas falhas evoluem, observa-se que na parte norte elas estão melhor representadas, sendo bem marcada nos mapas em planta, desde o embasamento até o Mioceno, enquanto na parte sul essas estruturas vão perdendo expressão.

Nota-se ainda que essas falhas controlam as regiões de maior espessamento do pacote sedimentar no estágio rifte (Figura 66). É possível identificar que na parte norte há uma alta concentração dessa sedimentação próxima à linha de costa, enquanto de na parte

sul, esse espaçamento fica concentrado em uma região mais distal, vale ressaltar que essas regiões são coincidentes com os campos de produção da Bacia de Campos.

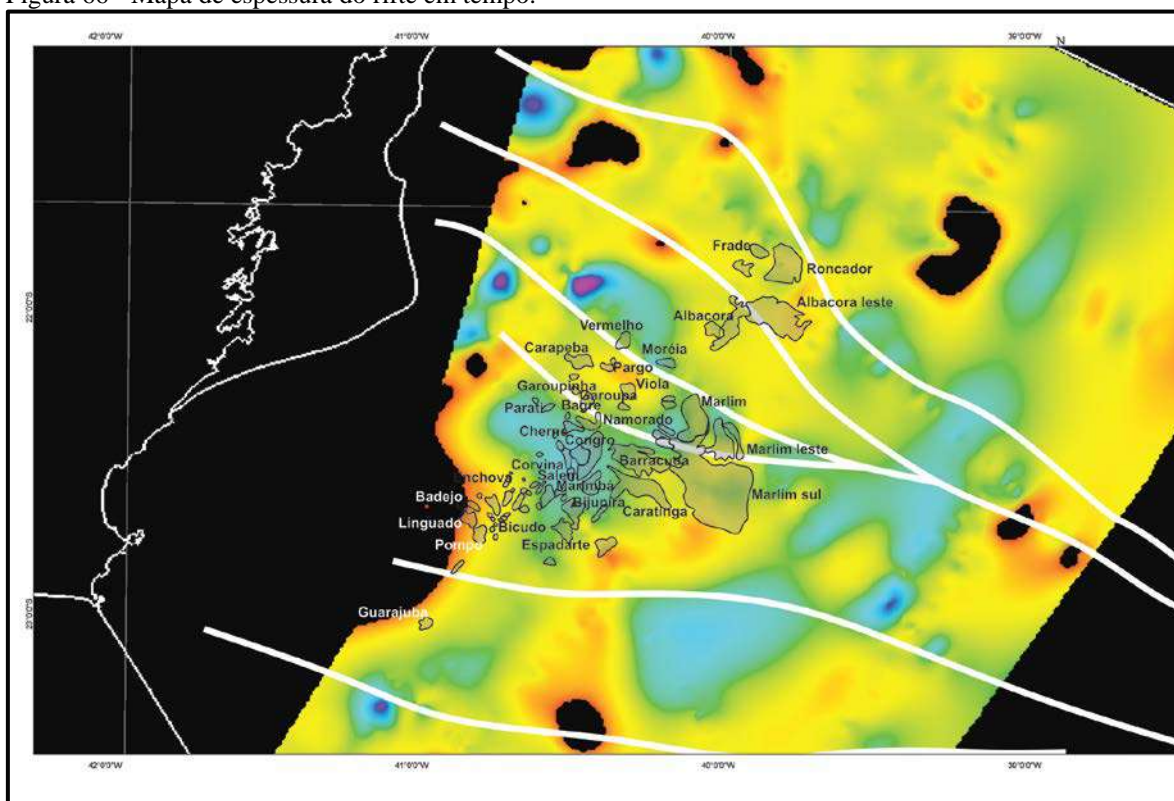
Figura 65 - Mapas em tempo mostrando a diferença na evolução das feições da porção norte e da porção sul.



Legenda: a) Embasamento; b) Base do Sal; c) Oligoceno; d) Mioceno.

Fonte: A autora(2016).

Figura 66 - Mapa de espessura do rifte em tempo.



Legenda: Mostrando os principais depocentros dessa fase, assim como campos de produção segmentados por falhas de transferência identificados por ALVES *et al.*(2011).

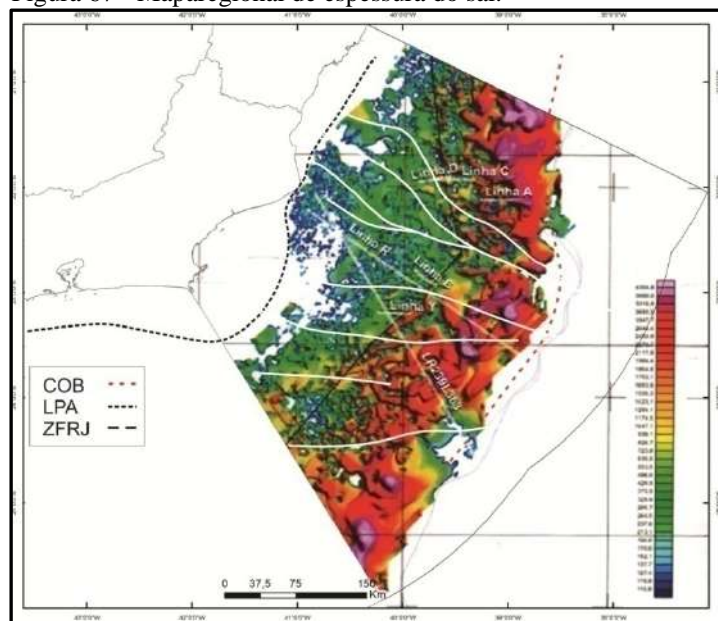
Fonte: A autora(2016).

Outra característica importante que se observa é a relação entre essas falhas e a disposição da camada de sal (Figura 67). As linhas da porção norte apresentam uma arquitetura de feições compressoriais em direção à crosta oceânica muito mais expressivas do que as da porção sul, onde parecem ter espaço suficiente para desenvolvimento de muralhas de sal ou diápiros. Essa disposição entre domínio convergente e divergente foi denominada por Demercian *et al.* (2003) como saliência e reentrância, associando a arquitetura do sal com a forma da linha de Charneira. Na parte norte haveria um domínio da forma côncava, enquanto na sul essa geometria seria convexa.

Quando as falhas de transferência são plotadas encima do mapa de isópacas da camada de sal elaborado por Mohriak *et al.*(2008), observa-se que a disposição desses elementos também está subordinada à segmentação dessas estruturas. Isso implica que mesmo se tratando de estruturas mais antigas, sua influência continuou à exercer na evolução da movimentação halocinética.

Nas linhas *dip* ainda é possível observar que as seções carbonáticas apresentam geometria variada para disposição das jangadas. Na parte norte, as estruturas relacionadas à movimentação do sal estão bem desenvolvidas, com jangadas se estendendo até as estruturas de sal que cavalgam sobre a crosta oceânica (Figura 60 A e B), enquanto na parte sul (Figura 60 C e D), isso não ocorre.

Figura 67 - Maparegional de espessura do sal.



Legenda: Com interpretação das falhas de transferência.

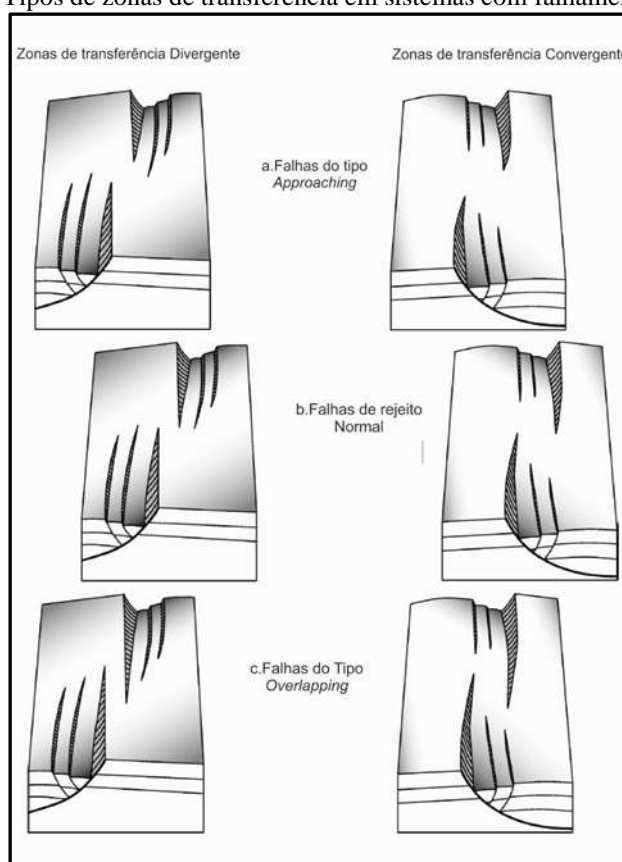
Fonte: MOHRIAK *et al.*(2008). Modificada pela autora (2016).

As estruturas relacionadas ao pós-sal da Bacia de Campos, também apresentam algumas características importantes em relação ao modelo inicial de desenvolvimento das falhas de transferência. Segundo o modelo de Bose *et al.*(2010), as falhas sintéticas e antitéticas podem ser fundamentais na determinação do tipo de interação dos elementos estruturais no processo de abertura (Figura 68). Nesse modelo os autores estabeleceram uma relação para falhas secundárias e interação de falhas do tipo convergente, que mergulham em direção uma à outra, e divergente, que mergulham para lados opostos. Eles afirmam que quando convergente as falhas antitéticas permanecem com direção constante, enquanto que as sintéticas curvam em direção às zonas de transferência. Já quando divergente, as falhas sintéticas tendem a permanecer com sua direção inicial, enquanto as antitéticas sofreriam uma flexão em direção às zonas de transferência. Além disso, outra característica, seria que o domínio de falhas sintéticas seria mais espaçado, enquanto o da

antitética se concentraria de forma mais densa. O contrário acontece no domínio divergente.

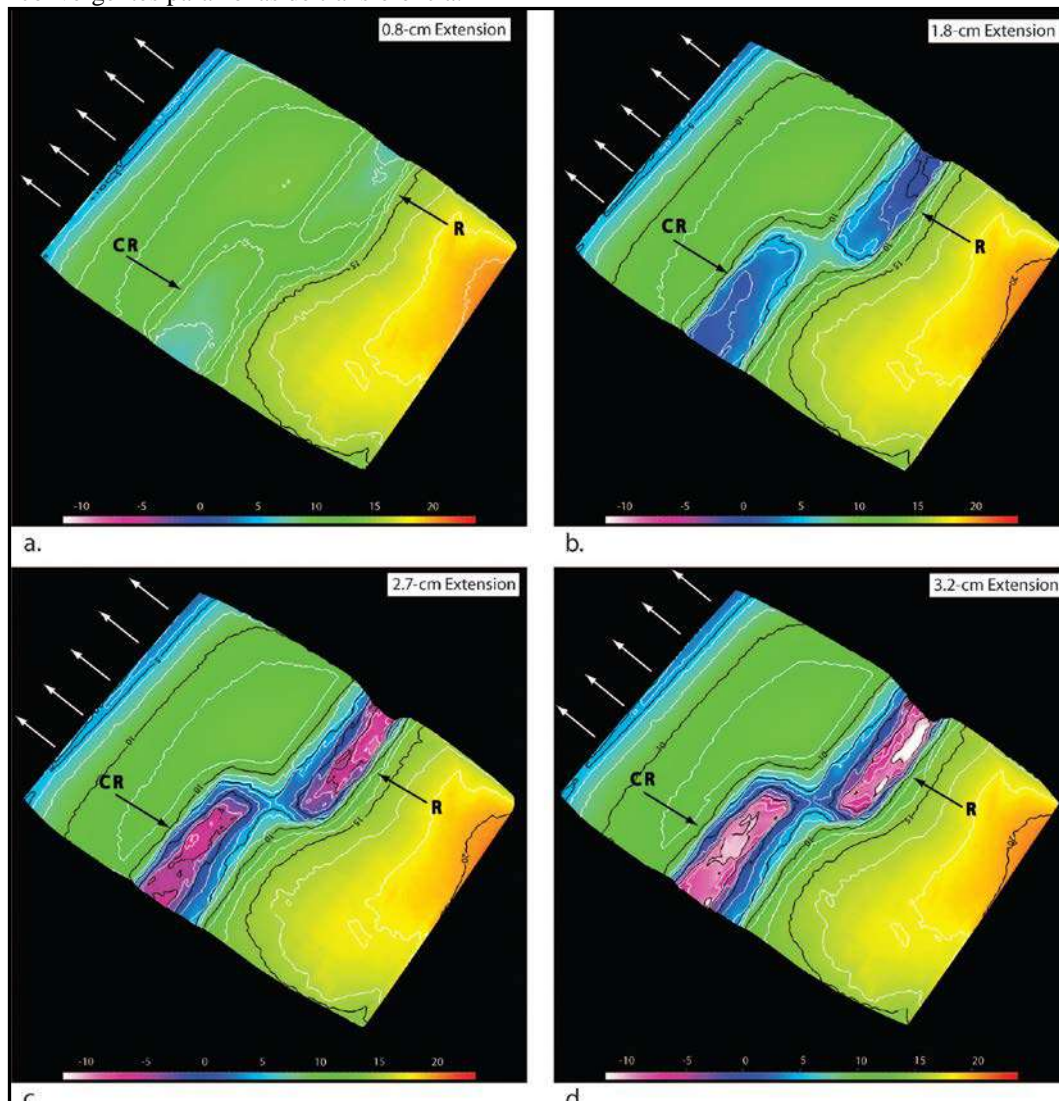
Na Bacia de Campos, o que se percebe é que as falhas sintéticas curvam em direção às zonas de transferência, em especial as falhas na parte central, onde se observa uma curvatura de grande expressão, enquanto na parte externa, ou seja, onde seria o domínio de falhas secundárias antitéticas, quase não há mudança de direção. Ainda é possível observar, tanto nas linhas sísmicas, quanto nos mapas em planta, que o domínio de falhas sintéticas é bastante superior ao de falhas antitéticas, sendo assim caracterizado uma interação do tipo convergente no estágio inicial do desenvolvimento dessas falhas, como indicado no modelo da Figura 69. Nesta imagem observa-se a evolução desde estruturas pré-existentes até o desenvolvimento de calhas deposicionais profundas. A estrutura R corresponderia à uma falha de borda. Na parte frontal dessa estrutura seria o local de concentração do domínio de falhamentos sintéticos, perpendiculares à direção de extensão que, no caso desse modelo, se dá apenas em direção à noroeste.

Figura 68 - Tipos de zonas de transferência em sistemas com falhamentos lítricos.



Fonte: BOSE *et al.* (2010). Modificada pela autora (2016).

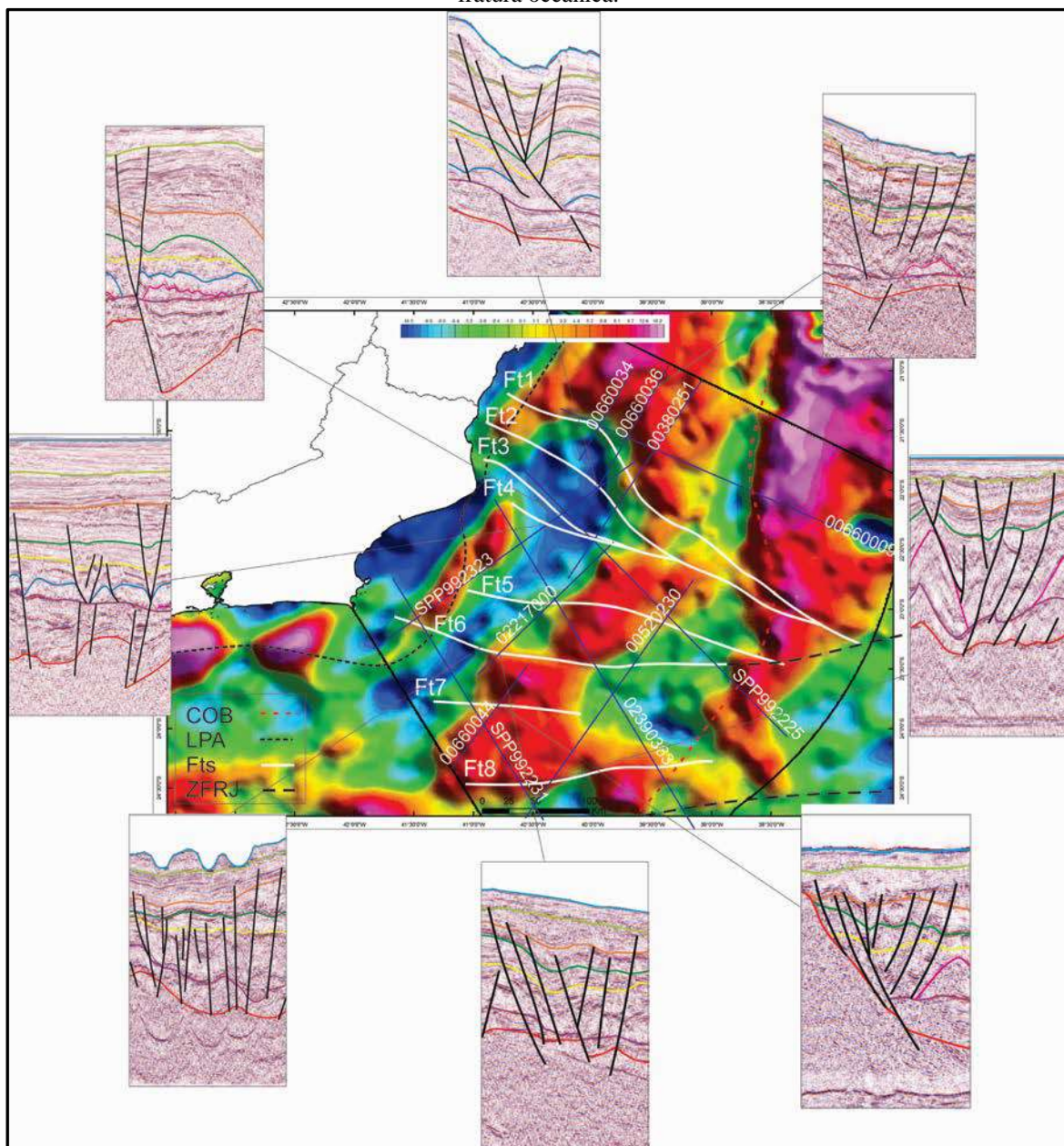
Figura 69 - Modelo exemplificando o tipo de interação de falhas secundárias em interações convergentes para zonas de transferência.



Fonte: BOSE *et al.* (2010).

Uma outra importante observação é que essas falhas, no início transferentes, evoluem para componente de transcorrência. Na parte sul, na divisa com a bacia de Santos, observa-se uma movimentação dextral, mais à norte, acima do Alto de Badejo, uma nova inflexão é constatada, dessa vez de caráter sinistral. Essa movimentação pode estar relacionada ao caráter reológico do embasamento, sendo um bloco mais resistente do que os que o circundam. Pode ainda ser atribuída às diferentes taxas de estiramento na época da separação. Nota-se que há uma convergência desses lineamentos em direção à uma estrutura de maior porte no limite leste da bacia, no caso, a Zona de Fratura Rio de Janeiro (Figura 70).

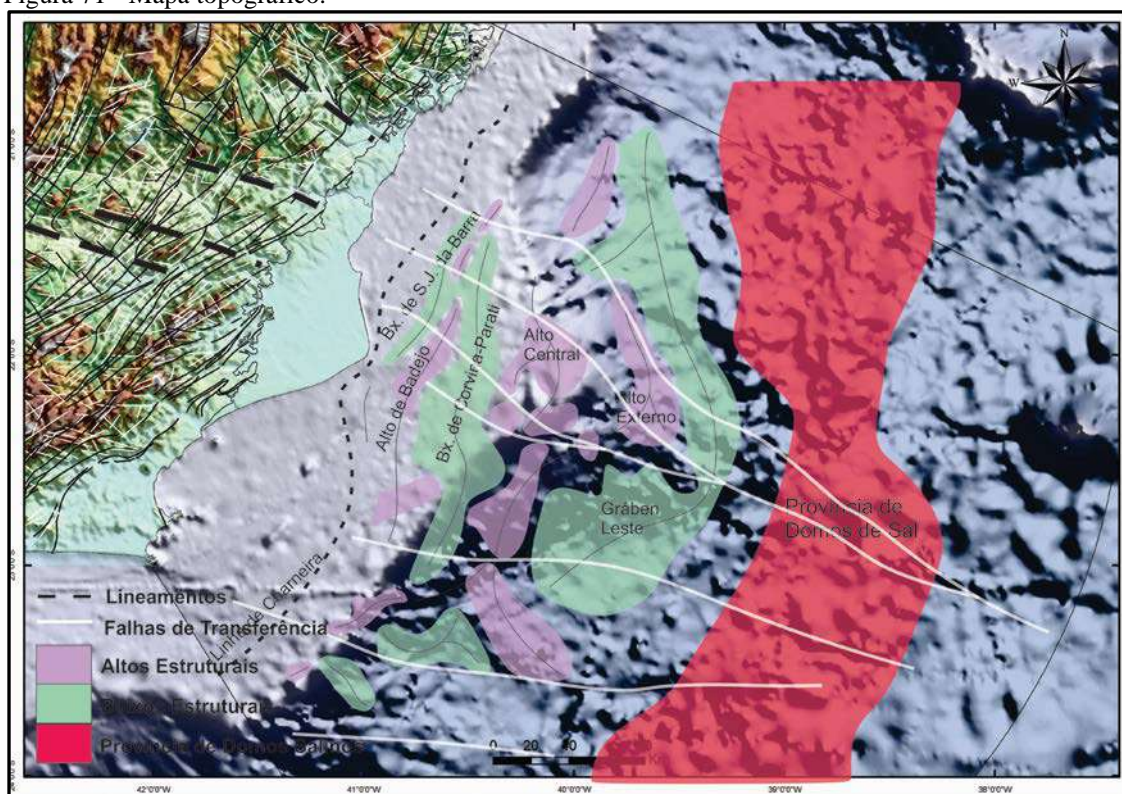
Figura 70 - Falhas de Transferência representadas nas seções sísmicas, convergindo em direção à zonas de fratura oceânica.



Fonte: A autora (2016).

Por fim, é também na porção norte que se identifica uma possível correlação entre o direcionamento das estruturas *onshore* e *offshore* (Figura 71). O mesmo não é constatado na parte sul, já que a presença de lineamentos de direção leste oeste é quase inexistente na região *onshore*, mas destaca-se na região de crosta estirada e crosta oceânica.

Figura 71 - Mapa topográfico.



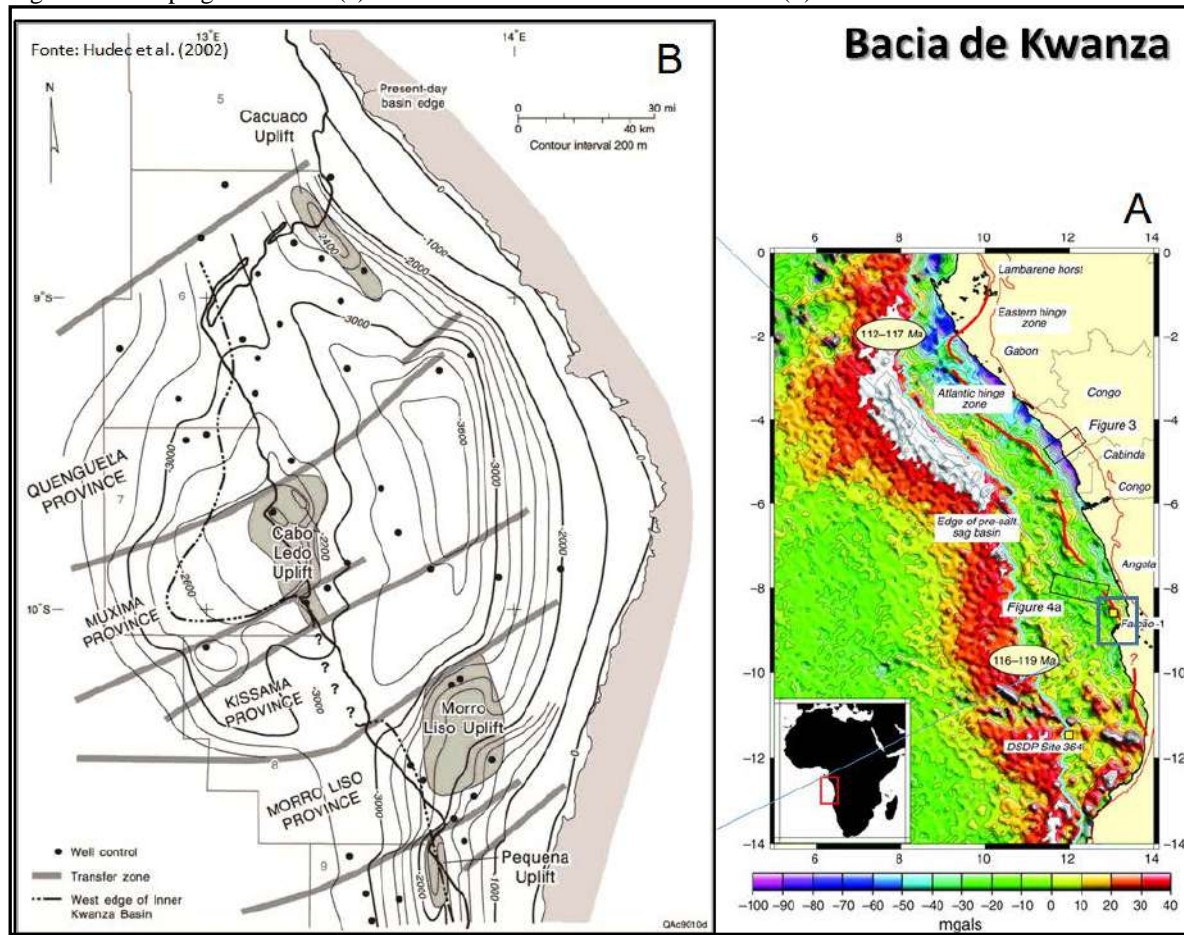
Legenda: Mostrando a correlação entre os lineamentos mapeados nas imagens de satélite com as falhas identificadas na parte *offshore* da bacia e a sobreposição dos elementos interpretados por ALVES *et al.*(2011).

Fonte: ALVES *et al.*(2011). Modificada pela autora (2016).

Por se tratar de uma bacia desenvolvida a partir de um processo de abertura, é pertinente que essas estruturas também estivessem mapeadas na bacia cronocorrelata à Bacia de Campos, que é a bacia de Kwanza, no leste africano. Hudec *et al.* (2002) e Thornton *et al.*(2014) mapearam esses elementos na parte *onshore* e *offshore*. Os primeiros autores estabeleceram três fases de encurtamento do embasamento correlacionando-as com a arquitetura do sal. Eles usaram dados geofísicos para observar que a bacia era segmentada em cinco compartimentos por falhas de transferência relacionadas à fase rifte desde o fim do Jurássico ao início do Cretáceo, sendo a direção destas subparalela à do rifte (Figura 72). Eles ainda concluíram que essas falhas controlavam a estrutura do embasamento, altos estruturais e o estilo do padrão de estruturas halocinéticas. Essas estruturas puderam ser subdividas em dois padrões principais: a primeira com estreitas muralhas de sal e a segunda extensas muralhas de sal, semelhante à bacia de Campos, estes autores atribuem essa característica ao soerguimento de blocos abaixo do sal.



Figura 72 - Mapa gravimétrico(a) e de contorno estrutural da base do sal(b) na Bacia de Kwanza.



Fonte: HUDEC *et al.* (2002), KARNER *et al.*, (2007).

## CONCLUSÕES

Através do uso de ferramentas geofísicas foi possível identificar e detalhar diversas estruturas na Bacia de Campos. Os métodos potenciais foram utilizados como primeiro dado de investigação e contribuiu para o mapeamento de lineamentos com base na ferramenta *worm*. Nesse sentido, por se tratar de uma ferramenta ainda pouco utilizada no Brasil, observa-se que houve uma boa correlação entre estes lineamentos e as falhas mapeadas nas seções sísmicas.

A próxima análise em relação aos elementos transversais foi a resposta gravimétrica, sendo que altos e baixos gravimétricos apresentavam-se segmentados ao longo da bacia. Estas segmentações estavam associadas ao *trend* WNW-ESE e coincidiu com os *worms*, anteriormente extraídos dos dados magnéticos.

Nas seções sísmicas, através do mapeamento de estruturas em flor, mudanças abruptas nas espessuras das camadas, inversão do rejeito e falhas verticais a subverticais as falhas de transferência foram identificadas. Também através das linhas sísmicas, juntamente com os dados de poço, foram mapeados os principais horizontes, a partir dos quais foram gerados mapas de superfície em tempo.

Através desses mapas pode-se acompanhar a evolução dessas estruturas em planta ao longo do tempo. Oito falhas foram mapeadas, podendo ser divididas em dois grupos, as da porção norte e as da porção sul.

As falhas da porção norte são caracterizadas pelo *trend* NW-SE, estas são mais antigas e vão desde o embasamento até camadas mais recentes. São também as falhas da porção norte que possuem correlação com os lineamentos mapeados através de imagens de satélite no embasamento *onshore* da bacia. Na porção norte da bacia, ainda observou-se que a linha de charneira possui uma forma côncava, que possivelmente afeta na disposição das estruturas halocinéticas, sendo caracterizadas por *nappes* cavalgantes em direção à crosta oceânica.

Já as falhas da porção sul, tem como *trend* principal a direção E-W, em planta, esses elementos não aparecem tão bem dispostos quanto os segmentos da primeira porção, porém ainda assim, é possível identificá-las em camadas menos jovem. A linha de charneira tem forma convexa, o que possivelmente também afeta no comportamento da camada de sal, sendo representada por diápiros e muralhas na parte extremo leste da bacia.

Observando o domínio de falhas secundárias, antitéticas e sintéticas, foi possível identificar que durante o início do processo de abertura a interação entre as falhas de transferência era do tipo convergente. Do lado leste do Oceano Atlântico, também foram mapeadas falhas de transferência na bacia cronocorrelata à bacia de Campos, que é a bacia de Kwanza. Nessa bacia, assim como a bacia de Campos, as estruturas do embasamento afetaram toda a disposição das camadas posteriores, inclusive estabelecendo uma relação com a disposição do sal.

Na Bacia de Campos, acompanhando essas falhas ao longo do mapa gravimétrico, observa-se que elas convergem em direção à Zona de Fratura Oceânica.

Com base nisso, conclui-se que as falhas de transferência foram geradas a partir de fraquezas pré-existentes no embasamento. Estas funcionaram como mecanismo de acomodação dos diferentes esforços e velocidades relacionadas ao estiramento de blocos crustais de reologias diferentes. Como a abertura do Oceano Atlântico se deu de forma oblíqua, essas falhas possuem *trends* distintos para porção norte e para porção sul. Por afetarem as camadas mais recentes, fica evidenciado que houveram episódios de reativação desses elementos, afetando desde a geometria do embasamento, a relação do estilo tectônico halocinético e até os depocentros onde estão os campos de produção.

## REFERÊNCIAS

- ACOCELLA, V.; MORVILLO, P.; FUNICIELLO, R. *What Controls Relay Ramps And Transfer Faults Within Rift Zones? Insights From Analogue Models*. Journal Of Structural Geology, v. 17, n. 3, p. 397–408, 2005.
- ADRIANO, L.B., MENEZES, P.T.L., CUNHA, A.S. *Tectonic framework of the Barra de São João Graben, Campos Basin, Brazil: Insights from gravity data interpretation*. Interpretation, v.2, n.4, p. 211-220, 2014.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. *Brasil-Rounds: Licitações de Petróleo e Gás*. <[www.brasilrounds.gov.br/arquivos/areas\\_oferecidas\\_r13/Roteiro\\_Sumarios\\_das\\_Bacias\\_R13\\_v06052015\\_revisado.pdf](http://www.brasilrounds.gov.br/arquivos/areas_oferecidas_r13/Roteiro_Sumarios_das_Bacias_R13_v06052015_revisado.pdf)> Acesso em: 15 de fevereiro de 2016.
- ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R.; MIZUSAKI, A. M. P. *Correlação do magmatismo das bacias da margem continental brasileira com o das áreas emersas adjacentes*. Revista Brasileira de Geociências, v. 26, n.3, p. 125–138, 1996.
- ALMEIDA, J., DIOS, F., MOHRIAK, W.U., VALERIANO, C.M., HEILBRON, M., EIRADO, L. G. & TOMAZZOLI, E. *Pre-rift tectonic scenario of the Eo-Cretaceous Gondwana break-up along SE Brazil–SW Africa: insights from tholeiitic mafic dyke swarms*. In: MOHRIAK, W. U.; DANFORTH, A.; POST, P. J.; BROWN, D. E.; TARI, G. C.; NEMCOK, M.; SINHA, S. T. *Conjugate Divergent Margins*. Geological Society, London, Special Publications, n. 369, p.11-40, 2013.
- ALVES, E.C.; MAIA, M.; SICHEL, S.L.; CAMPOS, C.M.P. *Zona de Fratura de Vitória-Trindade no Oceano Atlântico Sudeste e suas Implicações Tectônicas*. Revista Brasileira de Geofísica, n. 24(1), p. 117-127, 2006.
- ALVES, E.C.; SILVA, C.G.; DOS REIS, A. T.; MELLO, S.M.; FERRARI, A.; MELO, C.L.; ARISTIZÁBAL, C.I.; MACHADO, L.; DA SILVA, R.M.; MAGALHÃES, A.P.; SÓLON, F.F.; DOS SANTOS, M.V.M.; MELGAÇO, P.P.P.S.; DANTAS, R.N.G.;
- ALBUQUERQUE, V.S. *Análise Morfotectônica E Significado Estratigráfico Dos Altos Estruturais Que Segmentam A Margem Continental Sul-Sudeste Brasileira*. Relatório Final de Projeto. Departamento de Geologia, Instituto de Geociência, UFF. In: <http://dc356.4shared.com/doc/EhICE1hp/preview.html>, 2011.
- AUSTIN, J.A.Jr.; UCHUPI, E. *Continental-Oceanic Crustal Transition off Southwest Africa*. AAPG Bulletin, v. 66, p; 1328-1347, 1982.

- BANCO DE DADOS DE EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO. *Dados Técnicos - ANP*. <[www.maps.bdep.gov.br/website/mapas/viewer.htm](http://www.maps.bdep.gov.br/website/mapas/viewer.htm)> Acesso em: 27 de fevereiro de 2014.
- BANCO DE DADOS GEOMORFOMÉTRICOS DO BRASIL. *TOPODATA*. <[www.webmapit.com.br/inpe/topodata/](http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/)> Acesso em: 22 de agosto de 2014.
- BIRD, D. *Shear margins: Continent-ocean transform and fracture zone boundaries: The Leading Edge*. February, p.150-159, 2011.
- BOILLOT, G.; GRIMAUD, S.; MAUFFRET, A. ; MOUGENOT, D.; KORNPROBST, J.; MERGOIL-DANIEL, J.; TORRENT, G. *Ocean-continent boundary off the Iberian margin: a serpentinite diapir west of the Galicia Bank*. *Earth & Planetary Science Letters*, v.48, p.23-34, 1980.
- BOSE, S.; MITRA, S. *Analog modeling of divergent and convergent transfer zones in listric normal fault systems*. *AAPG Bulletin*, v. 94, no. 9 , p.1425–1452, 2010.
- BULHÕES, E.M.; AMORIM, W.N. *Princípio da SismoCamada Elementar e sua aplicação à Técnica Volume de Amplitudes (tecVA)*. 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Salvador, Brazil, 11-14 September, p. 1382-1397, 2005.
- CHANG, T.; STOCK, J.; MOLNAR, P. *The rotation group in plate tectonics and the representation of uncertainties of plate reconstructions*, *Geophysics Journal Int.*, v.101, p. 649–661, doi:10.1111/j.1365-246X.1990.tb05576.x, 1990.
- CHANG, H. K.; KOWSMANN, R.O.; FIGUEIREDO, A.M.F.; BENDER, A. *Tectonics and Stratigraphy of the East Brazil Rift system: an overview*. *Tectonophysics*, v. 213, p. 97 - 138, 1992.
- COBBOLD, P.R.; MEISLING, K.E.; MOUNT, V.S. *Reactivation of an obliquely rifted margin, Campos and Santos basins, southeastern Brazil*. *AAPG Bull.*, v.85, n. 11, p. 1925–1944, 2001.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. *Serviço Geológico do Brasil*. <[www.cprm.gov.br/gis/figs/cartas/Carta\\_Campos.gif](http://www.cprm.gov.br/gis/figs/cartas/Carta_Campos.gif)> Acesso em: 13 de março de 2014.
- DAHLSTROM, C.D.A. *Structural in Eastern Margin of the Canadian Rocky Mountains*. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, v. 18, p. 332-406, 1970.
- DESTRO, N.; SZATMARI, P.; ALKMIM, F.F.; MAGNAVITA, L.P. *Release faults, associated structures, and their control on petroleum trends in the Recôncavo Rift, Northeast Brazil*. *AAPG Bulletin*. July, v.87, n.7, p.1123-1144, 2003.

- DEMERCIAN, L. S.; SZATIMARI, P.; COBBOLD, P.R. *Style and pattern of salt diapirs due to thin-skinned gravitational gliding, Campos and Santos Basin, offshore Brazil*. *Tectonophysics*, v. 228, p. 393-433, 1993.
- ERICKSON, S. G.; HARDY, S.; SUPPE J. *Sequential Restoration and Unstraining of Structural Cross Sections: Applications to Extensional Terranes*. *AAPG Bulletin*, v. 84, n. 2, p. 234-249, 2000.
- FETTER, M. *The role of basement tectonic reactivation on the structural evolution of Campos Basin, offshore Brazil: Evidence from 3D seismic analysis and section restoration*. *Marine and Petroleum Geology*, v. 26 p. 873–886, 2009.
- FITZGERALD, D., MILLIGAN, P. *Defining a deep fault network for Australia, using 3D "worming"*. SEG Annual Meeting, Houston, 2013.
- FOSSEN, H. *Structural Geology*. Cambridge University Press; 1 ed., 584 p., 2010.
- GERALDES, M. C.; MOTOKI, A.; COSTA, A.; MOTA, C. E.; MOHRIAK, W. U. *Geochronology (Ar/Ar and K–Ar) of the South Atlantic post-break-up magmatism*. In: MOHRIAK, W. U.; DANFORTH, A.; POST, P. J.; BROWN, D. E.; TARI, G. C.; NEMCOK, M.; SINHA, S. T. *Conjugate Divergent Margins*. Geological Society, London, Special Publications, n. 369, p.41-74, 2013.
- GUARDADO, L. R.; GAMBOA, L. A. P; LUCCHESI, C. F. *Petroleum geology of the Campos Basin, a model for a producing Atlantic-type basin*. In: EDWARDS, J.D.; SANTOGROSSI, P.A. *Divergent/passive margin basins: AAPG Memoir*, v. 48, p. 3–79, 1989.
- GUARDADO, L.R.; SPADINI, A.R.; BRANDÃO, J.S.L.; MELLO, M.R. *Petroleum System of the Campos basin, Brazil*. In: *Petroleum systems of the South Atlantic margins*. MELLO, M.R.; KATZ, B.J. *AAPG Memoir*, v.73, p.317-324, 2000.
- GIBBS, A. D. *Structural evolution of extensional basin margins*. *Journal of the Geological Society of London*, v. 141, p. 609-620, 1984.
- HEILBRON, M.; MOHRIAK, W.U.; VALERIANO, C.M.; MILANI, E.J.; ALMEIDA, J.; TUPINAMBÁ, M. *From collision to extension: the roots of the southeastern continental margin of Brazil*. In: MOHRIAK, W.U.; TALWANI, M. *Atlantic rifts and continental margins*, AGU Geophysical Monograph 115, p. 1-32, 2000.
- HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; SILVA, L.C.; CAMPOS NETO, M.C.; TROUW, R.A.J. A. *Evolução tectônica da Província Mantiqueira*. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO NEVES, B.B. *Geologia do*

continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo, Beca, p. 203-234, 2004.

HUDEK, M. R.; JACKSON, M.P.A. *Structural segmentation, inversion, and salt tectonics on a passive margin: Evolution of the Inner Kwanza Basin, Angola*. GSA Bulletin; October, v. 114; no. 10; p. 1222–1244, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Licenciamento*. <[www.licenciamento.ibama.gov.br/Petroleo/Campo%20de%20Frade/](http://www.licenciamento.ibama.gov.br/Petroleo/Campo%20de%20Frade/)> Acesso em: 08 de março de 2014.

KEAREY, P.; BROOKS, M.; HILL, I. *Geofísica de Exploração*. São Paulo, Oficina dos Textos. 437p., 2013.

KING, B.C. *Structural and volcanic evolution of the Gregory rift valley*. In: Bishop, W.W. Geological background to fossil man. Geological Society of London. Scottish Academic Press, p. 29-54, 1978.

LEONEL, B.O. *Arcabouço Tectônico do Sul da Bahia e Sua Influência na Bacia de Cumuruxatiba*. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Geociências e Ciências Exatas UNESP, São Paulo, 77p., 2006.

LOURENÇO, J., MENEZES, P.T.L., BARBOSA, V.C.F. *Connecting onshore-offshore Campos Basin structures: interpretation of high-resolution airborne magnetic data*. *Interpretation*, v.2, n.4, p. 181-191, 2014.

MANATSCHAL, G. *New models for evolution of magma-poor rifted margins based on a review of data and concepts from West Iberia and the Alps*: International Journal of Earth Sciences, v. 93, p. 432–466, 2004.

MCCLAY, K.R., DOOLEY, T.; WHITEHOUSE, P.; MILLS, M. *4-D evolution of rift systems: Insights from scaled physical models*: AAPG Bulletin, v.86, n.6, p.935-959, 2002.

MCKENZIE, D.P. *Some Remarks on the development of sedimentary basins*: Earth and Planetary Science Letters, v. 40, p. 25-42, 1978.

MEISLING, K. E., COBBOLD, P. R., AND MOUNT, V. S. *Segmentation of an obliquely rifted margin, Campos and Santos basins, southeastern Brazil*. AAPG Bull., v. 85, n. 11, p. 1903-1924, 2011.

MILANI, E.J.; DAVISON, I. *Basement Control And Transfer Tectonics In The Recôncavo-Tucano-Jatobá Rift, Northeast Brazil*. Tectonophysics. DOI:10.1016/0040-1951(88)90227-2, 1988.

- MIZUSAKI, A.M.P.; THOMAZ FILHO, A.; VALENCA, J. *Volcano-sedimentary sequence of Neocomian age in Campos Basin (Brazil)*. Revista Brasileira de Geociências, v. 18., n. 3, p. 247-251, 1988.
- MOHRIAK, W. U.; MELLO, M. R.; KARNER, G. D.; DEWEY, J. F.; MAXWELL, J. R. *Structural and Stratigraphic Evolution of the Campos Basin, Offshore Brazil: Chapter 38: Analogs in Extensional Tectonics and Stratigraphy of the North Atlantic Margins*. AAPG Memoir, v.46., p. 577- 598, 1989.
- MOHRIAK, W. U.; HOBBS, R.; AND DEWEY, J.F. *Basin-forming processes and the deep structure of the Campos Basin, offshore Brazil*. Marine and Petroleum Geology, v. 7, n. 2, p. 94-122, 1990.
- MOHRIAK, W. U. *Bacias Sedimentares da Margem Continental Brasileira*. In: Bizzi, et al. (eds.) 2003. Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Brasília, CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 692 p., 2003.
- MOHRIAK, W. U.; SZATMARI, P.; COUTO ANJOS, S. M. *Tectônica do Sal da Bacia de Campos*. In: Sal Geologia E Tectônica, Exemplos nas Bacias Brasileiras. São Paulo: Beca, 448 p., 2008
- MORAIS, D.S. *Caracterização do Sistema Petrolífero das Águas Rasas da Bacia do Espírito Santo com a Aplicação de Técnicas Geofísicas*. Dissertação. Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de rio Claro. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro. São Paulo. 105 p., 2014.
- MORLEY, C.K.; NELSON, R.A.; PATTON, T.L.; MUNN, S.G. *Transfer Zones In The East African Rift System And Their Relevance To Hydrocarbon Exploration In Rifts*. AAPG Bulletin, v.94., p. 1234-1253, 1990.
- MORLEY, C.K. *Aspects of Transfer Zone Geometry and Evolution in East African Rifts*, In: MORLEY, C.K. Geoscience of Rift Systems—Evolution of East Africa: AAPG Studies in Geology, n. 44, p. 161–171, 1999.
- MOURA, T.T. *Estruturas transversais às bacias de Taubaté e Resende: natureza e possível continuidade na bacia de Santos, Brasil*. Dissertação. Instituto de Geociências. Universidade São Paulo. 96 p., 2015.
- MULLER, R.D.; SDROLIAS, M.; GAINA, C.; ROEST, W.R. *Age, spreading rates and spreading symmetry of the world's ocean crust*. doi: 10.1029/2007GC001743, 2008.
- NUNNS, A. G. *Structural restoration of seismic and geologic sections in extensional regimes*: AAPG Bulletin, v. 75, p. 278–297, 1991.



- PAUL, D.; MITRA, S. *Experimental models of transfer zones in rift systems*: AAPG Bulletin, v.97, n.5, p.759-780, 2013.
- PEACOCK, D.C.P.; SANDERSON, D.J. *Geometry and Development of Relay Ramps in Normal Fault Systems*. AAPG Bulletin, v. 78, p. 147–165, 1994.
- PÉRON-PINVIDIC, G.; MANATSCHAL, G. *The final rifting evolution at deep magma-poor passive margins from Iberia-Newfoundland: a new point of view*. International Journal of Earth Sciences, v.98, p 1581-1597, DOI 10.1007/s00531-008-0337-9, 2009.
- RANALLI, G., WIN, Z.M. *Critical Stress difference and orientation of faults in rocks with strength anisotropies: the two-dimensional case*. Journal of Structural Geology, v.12, p. 1067-1071, 1990.
- RANGEL, H.D.; MARTINS, C.C. *Principais compartimentos exploratórios, Bacia de Campos*. In: Schlumberger, Searching For Oil and Gas in the Land of Giants, Cenário Geológico nas bacias sedimentares no Brasil, Capítulo 2, p. 16-40,1998.
- RIGOTI, C.A. *Evolução Tectônica da Bacia de Santos com ênfase na Geometria Crustal: Interpretação integrada de dados de sísmica de reflexão e refração, gravimetria e magnetometria*. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 129 p., 2015.
- ROSENDAHL, B. R.; REYNOLDS, D. J.; LORBER, P.M.; BURGESS, C. F.; MCGILL, J.; SCOTT, D.; LAMBIASE, J. J.; DERKSEN, S. J. *Structural expressions of rifting: lessons from Lake Tanganyika, Africa*. In: Frostick, L. E.; Renaut, R. W.; Reid, I.; Tiercelin, J.J. Sedimentation in the African rifts: Geological Society of London Special Publication, v. 25, p. 29-43, 1986.
- ROSENDAHL, B. R. *Architecture of continental rifts with special reference to east Africa*: Annual Review of Earth and Planetary Science, v. 15, p. 445-503, 1987.
- SCHMITT, R.S.; TROUW, R.A.J.; VAN SCHMUS, W.R.; PIMENTEL, M.M. *Late amalgamation in the central part of Western Gondwana: new geochronological data and the characterization of a Cambrian collision Orogeny in the Ribeira belt (SE Brazil)*. Precambrian Res., v.133, p. 29-61, 2004.
- SILVA, E.P. *Estudo gravimétrico na Bacia do Tucano Sul. Aplicação de modelagem gravimétrica*. Trabalho de conclusão de curso. UFF, Rio de Janeiro. 53 p., 2008.
- SILVA, C.M.T. *O Sistema Transcorrente da Porção Sudeste do Orógeno Araçuaí norte da Faixa Ribeira: Geometria e significado Tectônico*. Tese de Doutorado n °38. Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais. Departamento de Geologia

de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. Minas Gerais. Contribuições às Ciências da Terra. v. 25, 249 p., 2010.

SOUZA, I.A.; EBERT, H.D.; CASTRO, J.C.; SILVA, G.H.T. *A influência das falhas de transferência na porção norte da Bacia de Santos na formação de armadilhas capazes de conter hidrocarbonetos*. In: IV PDPETRO, Campinas, São Paulo, 2007.

STANTON, N.; SCHMITT, R.; GALDEANO, A.; MAIA, M.; MANE, M. *Crustal Structure Of The Southeastern Brazilian Margin, Campos Basin, from aeromagnetic data: New kinematic constraints*. Tectonophysics, v.490, n. 1–2, p.15–27, 2010

THOMPSON, D.T. *New Technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data*. Geophysics, v.47, p. 31-37, 1982.

THOMPSON, T. *Preliminary Findings on Basin Architecture, Segmentation and Inversion on a Passive Margin, Offshore Newfoundland*. 2003.

THORNTON, S.; DEL CASTILLO, H.; KIDD, G.; DAVISON, I. *Influence of Transfer Fault Zones on Rift Traps and Hydrocarbon Migration, Equatorial Guinea and North Gabon: Analogs from Kwanza Basin, Angola and Recôncavo Basin, Brazil*. HGS International Meeting. Houston Geological Society Bulletin. December, p.23-27, 2014.

TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M.; DUARTE, B.P.; SILVA, L.G.E.; NOGUEIRA, J.R.; VALLADARES, C.S.; ALMEIDA, J.C.H.; EIRALDO, L.G.; MEDEIROS, S.R.; ALMEIDA, C.G.; MIRANDA, A.W.A.; RAGATKY, D. *Geologia da Faixa Ribeira Setentrional: Estado da Arte e Conexões com a Faixa Araçuaí*. Geonomos, v. 15, p. 67-79, 2007.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA SAN DIEGO. *TOPEX*. <[www.topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](http://www.topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi)> Acesso em: 08 de julho de 2014

UNTERNEHR, P.; PÉRON-PINVIDIC, G.; MANATSCHAL, G.; SUTRA, E. *Hyper-extended crust in the South Atlantic: in search of a model*. Petroleum Geoscience, v. 16, p. 207–215, 2010.

WINTER, W.R.; JAHNERT, R.J.; FRANÇA, A.B., 2007. *Bacia De Campos*. Boletim de Geociências da Petrobrás, n. 15(2), p. 511-529, 2007.

YALAMANCHILI, S.V.; NIEUWENHUISE, B. V.; *Regional Gravity And Magnetic Data Usage For Seismic Survey Planning And the Integration of 3-D Gravity And Seismic Data In the Santos And Campos Basins, Brazil*. SEG Annual Meeting, 6-11 October, Salt Lake City, Utah, 2002.

ZALÁN, P.V.; DE OLIVEIRA, J.A.B. *Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil*. Boletim de Geociências da Petrobras, v. 13, n. 2, p. 269-300, 2005.

ZALÁN, P.V.; SEVERINO, M.D.C.G.; RIGOTI, C.A.; MAGNAVITA, L.P.; DE OLIVEIRA, J.A.B.; VIANA, A.R. *An Entirely New 3D-View of the Crustal and Mantle Structure of a South Atlantic Passive Margin – Santos, Campos and Espírito Santos Basins, Brazil*. In Expanded abstract presentation at AAPG Annual Convention and Exhibition, Houston, Texas, USA, April, p. 10-13, 2011.