



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Geologia

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA PORÇÃO CENTRAL DA BACIA DE SANTOS E SEU
EMBASAMENTO CONTINENTAL ADJACENTE, ATRAVÉS DE INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS DE
SATÉLITE E GEOFÍSICAS.

Thiago Domingues Góes Lúcio

Orientador: George Luiz Luvizotto

Co-orientador: Iata Anderson de Souza

Rio Claro (SP)

2011

THIAGO DOMINGUES GÓES LÚCIO

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA PORÇÃO CENTRAL DA
BACIA DE SANTOS E SEU EMBASAMENTO CONTINENTAL
ADJACENTE, ATRAVÉS DE INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS DE
SATÉLITE E GEOFÍSICAS.

*Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas da
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita
Filho" campus de Rio Claro, como requisito para a
obtenção do grau de Bacharel em Geologia.*

Orientador: George Luiz Luvizotto

Co-Orientador: Iata Anderson de Souza

Rio Claro (SP)

2011

551.22 Lúcio, Thiago Domingues Góes
L939c Caracterização estrutural da porção central da Bacia de Santos e seu
embasamento continental adjacente, através de interpretação de imagens
de satélite e geofísicas. / Thiago Domingues Góes Lúcio. - Rio Claro :
[s.n.], 2011
82 f. : il., figs., quadros, mapas + 10 Seções sísmicas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geologia) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: George Luiz Luvizotto
Co-Orientador: Iata Anderson de Souza

1. Sismologia. 2. Bacia de Santos. 3. Lineamento Paranapanema. 4.
Lineamento Capricórnio. 5. Interpretação sísmica. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

DEDICATÓRIA

Aos meus pais André e Euzi,
e irmãos Filippo e Almiria.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a BDEP pelo fornecimento dos dados geofísicos necessários para a execução deste projeto, bem como ao Programa de Formação de Recursos Humanos – PRH-05 e a Petrobras, os quais me deram o suporte necessário para que este trabalho fosse realizado, incluindo o Laboratório de Interpretação Sísmica e Geológica (LISG) e o Laboratório de Geomodelagem 3D.

Agradeço ao apoio financeiro da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), por meio do Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor Petróleo e Gás (PRH-ANP/MCT) e do Programa de Formação de Recursos Humanos da Petrobras.

A Landmark Graphics que cedeu ao LISG os softwares Geographix, entre outros, os quais foram indispensáveis para a elaboração deste trabalho. Também agradeço aos profissionais ligados ao LISG, principalmente a Dr. Engenheira Geofísica Maria Gabriela Castillo Vicentelli e ao meu co-orientador Iata Anderson de Souza, que foram indispensáveis nos ensinamentos dos softwares, os quais foram de grande valia para meu enriquecimento profissional.

Aos amigos que fiz durante os cursos de verão do PRH-05 nos meses de janeiro e fevereiro de 2011, pelos bons momentos, risadas e boas histórias.

Ao meu orientador George Luiz Luvizotto pela grande ajuda durante a elaboração deste trabalho, e também ao Prof. Dr. Norberto Morales pelos conselhos cedidos.

A todos os professores e funcionários da UNESP, em especial aos que conviveram comigo nesses cinco anos, por toda a atenção, conhecimento e amizade que recebi.

Ficam aqui agradecimentos especiais aos professores José Eduardo Zaine, Sebastião Gomes de Carvalho e Joel Carneiro de Castro pelo apoio, incentivo e ajuda que me deram nos momentos difíceis.

Ao atual prefeito Du Altimari pela confiança em mim, e sua ajuda em todos esses anos que estive em Rio Claro.

A toda minha turma, “Geozelithos”, com a qual criei laços de amizades eternas, Felipe Gorla (Xuxa), Diego Di Bermúdez (Cindy), José Antônio de Assis (Zé), Alex Teixeira (Bomba), Juliana Okubo (Sakura), Pedro Camarero (Fezes), Gustavo Henrique (Assassino), João Motta (Jão), Letícia Bronzoni (Let), Filipe Lima (Praça), Júlio César (Julião), Nicolás Annunziato (Argentino), Cícero Terra (Ema), Milena Balerine (Califórnia), Adriano Delgado,

Alan Johnny (Bigato), Yuri Portela (Chun Lee), Natália Almeida, Celine Coutinho (Dion), Ílio Rodarte Júnior (Chapisco), Ana Luiza (Vampira), Rodrigo Rodrigues, Fábio Tosi (Sacudo), Camila Bittencourt (Camilinha), Gláucia Chaguri (Bacalhau), Bárbara Robbi, Carolina Menegatto (Carol), Julia Favoreto (Torrinha), Nayara Pazzini, Milena Rosa, Daniel do Valle (Banana), e Paula Boghossian (Lesma). Agradeço pelos ótimos momentos, companheirismo e histórias que levarei para sempre comigo.

Aos amigos que fiz na universidade e as repúblicas por onde passei, especialmente a “República das Atoas”, (Amanda, Silvana, Keila e Eni), que me acolheram quando cheguei a Rio Claro, a “República Fossa”, principalmente aos amigos Yuri Portela (Chun Lee), Alex Teixeira (Bomba), João Paulo Cortes (Whisky) e Felipe Souza Leite (Tonho), onde a fundei e vivi por quatro anos e guardei ótimos momentos, e aos amigos das Repúblicas “Até as 10”, “Mansão”, “Caenga” e “Sinta Liga” pelas boas horas de descontração.

E por ultimo e mais importante, a toda minha família, primos, avós e tios pelo apoio e incentivo dado nesses cinco anos, e especialmente aos meus pais André e Euzi, e irmãos Filippo e Almiria, aos quais eu devo toda a gratidão do mundo por me ajudarem a enfrentar as dificuldades que a vida me impôs, por toda compreensão, paciência e amor.

“Se nós fizéssemos tudo o que somos capazes, literalmente nos surpreenderíamos”
(Thomas Edison)

RESUMO

A Bacia de Santos se localiza na margem continental brasileira e compreende os litorais dos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro. Ela se limita a norte com a Bacia de Campos através do Alto de Cabo Frio e a sul com a Bacia de Pelotas pela Plataforma de Florianópolis, totalizando uma área de aproximadamente 350.000 Km² sob uma lâmina d'água de até 3.000 m.

O Lineamento Paranapanema possui direção WNW/ESE e vai desde a área preenchida pela Bacia do Paraná, na divisa entre os estados de São Paulo e Paraná, se prolongando até próximo do assoalho oceânico juntamente com a zona de fratura do Rio de Janeiro. O Lineamento de Capricórnio é uma feição herdada da separação entre os continentes sul-americano e africano e é a principal feição estrutural NW/SE da região centro-sul da Bacia de Santos. Essas duas estruturas juntamente com outras de origem continental podem estar associadas a feições estruturais nos sedimentos depositados a partir do Eocretáceo na Bacia de Santos.

Esse trabalho tem como objetivo caracterizar as estruturas atuantes na porção central da Bacia de Santos a partir do auxílio de dados de subsuperfície em zona *offshore* (sísmica 2D) juntamente com dados de superfície do embasamento continental e assim correlacionar as estruturas da bacia com os traços regionais do continente.

Essa interpolação de dados mostrou que as feições estruturais do continente atuam na zona submersa, as seções sísmicas mostram essas tendências estruturais para os Lineamentos Paranapanema/Zona de Fratura do Rio de Janeiro, Lineamento de Capricórnio e mais duas zonas de falha que exibem estruturas típicas de uma zona de transferência.

Palavras-chave: Bacia de Santos. Lineamento Paranapanema. Lineamento Capricórnio. Interpretação sísmica.

ABSTRACT

The Santos Basin is located in the Brazilian continental margin and includes the coast of Santa Catarina, Paraná, São Paulo and Rio de Janeiro states. Its northern limit is the Campos Basin through the High of Cabo Frio and the southern one with the Pelotas Basin through the Platform of Florianópolis, totaling an area of approximately 350,000 square kilometers in a water depth of 3,000 m.

The Paranapanema Lineament has WNW / ESE direction, and extends from the area filled by the Paraná Basin, on the border between the states of Sao Paulo and Parana, lasting up to near the ocean floor along with the fracture zone of Rio de Janeiro. The Capricorn Lineament is a feature inherited from the separation between the continents of Africa and South America, and is the main structural feature NW / SE of the Santos Basin center-south region. These two structures together with other ones with continental origin may be associated with structural features in the sediments from the Santos Basin.

This work aims to characterize the structures operating in the central portion of the Santos Basin based on subsurface data in the offshore area (2D seismic) together with data from the surface of the continental basement in a way to correlate the Santos Basin structures with the continental regional traits.

This data interpolation showed that the structural features of the continent operates on the submerged zone, the seismic sections show these structural trends for the Paranapanema Lineament / Fracture Zone of Rio de Janeiro, Capricorn Lineament and two fault zones that exhibit structures typical of a transfer zone.

Key-words: Santos Basin. Paranapanema Lineament. Capricórnio Lineament. Seismic Interpretation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
3. MÉTODO E ETAPAS DE TRABALHO	14
3.1 Levantamento Bibliográfico	14
3.2 Interpretação de Imagens de Satélite.....	14
3.3 Interpretações Geofísicas.....	15
3.4 Integração dos Dados	17
4. CONTEXTO REGIONAL	18
4.1 Bacia de Santos	18
4.1.1 Embasamento	21
4.1.2 Supersequência Rifte	22
4.1.3 Supersequência Pós Rifte.....	22
4.1.4 Supersequência Drifte.....	23
4.1.5 Magmatismo	26
4.2 Lineamentos Estruturais	29
4.2.1 Lineamento Paranapanema	29
4.2.2 Lineamento de Capricórnio	33
5. RESULTADOS	36
5.1 Interpretações de Imagens de Satélite	36
5.2 Interpretação Sísmica	45
5.2.1 Seções de Direção Dip	47
5.2.2 Seções de Direção Strike	50
5.3 Geração de Mapas de Contorno Estrutural.....	56
6. CONCLUSÕES	67
BIBLIOGRAFIA	69

SUMÁRIO DE APÊNDICES

Apêndice 01: Seção Sísmica AA' (0248-0097)

Apêndice 02: Seção Sísmica BB' (0248-0033)

Apêndice 03: Seção Sísmica CC' (0034-0022)

Apêndice 04: Seção Sísmica DD' (0222-0115)

Apêndice 05: Seção Sísmica EE' (0241-0495)

Apêndice 06: Seção Sísmica FF' (0241-0486)

Apêndice 07: Seção Sísmica GG' (0222-0124)

Apêndice 08: Seção Sísmica HH' (0248-0026)

Apêndice 09: Seção Sísmica II' (0247-0068)

Apêndice 10: Seção Sísmica JJ' (0248-0025)

1. INTRODUÇÃO

A Bacia de Santos se localiza entre as bacias de Campos e Pelotas, na margem continental brasileira (Figura 1). A bacia compreende os litorais dos estados de São Paulo e Paraná, e parte dos estados de Santa Catarina e Rio de Janeiro, sendo limitada geologicamente a norte pelo Alto de Cabo Frio e a sul pela Plataforma de Florianópolis

Figura 1 – Mapa modificado de Moreira et al. (2007), com destaque para a área em vermelho representando a Bacia de Santos com seus limites se estendendo até a cota batimétrica de 3000m e suas fronteiras com as bacias de Campos a norte e Pelotas a sul, marcado pelas linhas pretas.



A bacia é de margem passiva e foi gerada durante o processo de ruptura do continente Gondwana, que teve início no Neocominiano, culminando com a separação total dos continentes americano e africano.

Fúlfaro (1974) descreveu pela primeira vez o Lineamento Paranapanema, que possui direção WNW/ESE e vai desde a área preenchida pela Bacia do Paraná, na divisa entre os estados de São Paulo e Paraná, se prolongando até próximo do assoalho oceânico juntamente com a zona de fratura do Rio de Janeiro, próximo a cidade de Cabo Frio-RJ.

Moulin *et al.* (2010) e Bueno *et al.* (2004) descreveram o Lineamento de Capricórnio como sendo a principal feição estrutural com direção preferencial NW da região centro-sul da Bacia de Santos. Essa estrutura juntamente com a do Lineamento Paranapanema podem estar associadas a feições estruturais nos sedimentos depositados a partir do Eocretáceo na Bacia de Santos.

2. OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo caracterizar as estruturas deformacionais presentes na porção central da Bacia de Santos reconhecidos a partir da utilização de dados de subsuperfície em zona *offshore* (sísmica 2D). A partir do reconhecimento das principais feições, seus traços foram comparados com as estruturas regionais do embasamento continental através de imagens SRTM, sendo estudados principalmente os Lineamentos Paranapanema e Capricórnio.

3. MÉTODO E ETAPAS DE TRABALHO

Para a exeqüibilidade deste projeto, foram necessárias quatro fases de atividades, sendo elas: levantamento bibliográfico, interpretação de imagens de satélite, interpretações geofísicas e integração dos dados.

3.1 Levantamento Bibliográfico

Nessa primeira etapa foram levantados dados sobre a Bacia de Santos e a relação com o seu embasamento emerso adjacente. Procurou-se definir principalmente parâmetros genéticos e estratigráficos da bacia para uma melhor contextualização de todo o processo seguinte.

Os lineamentos Paranapanema e Capricórnio têm maior importância nesse projeto, pois seus traços se dirigem para dentro dos domínios da Bacia de Santos, podendo interceptar e interferir em suas estruturas principais. Logo foi necessário um estudo mais detalhado da tectônica continental próxima a bacia para compreender quais e como são os processos atuantes dentro da porção submersa.

3.2 Interpretação de Imagens de Satélite

Foram adquiridos dados de mapeamento que a CPRM efetuou em todo o território nacional na escala 1:1.000.000, esses dados são essenciais para a caracterização da área de estudo, pois possuem dados como rede completa de drenagem, altimetria, principais estruturas, geologia, geoquímica, geofísica e planimetria.

Para a porção emersa da área de estudo, também foram utilizadas imagens de modelo digital de terreno (*Shuttle Radar Topography Mission*), ou SRTM, que foram retiradas da internet a partir do site da NASA, as quais serviram como uma útil ferramenta na visualização de estruturas regionais na porção adjacente a Bacia de Santos.

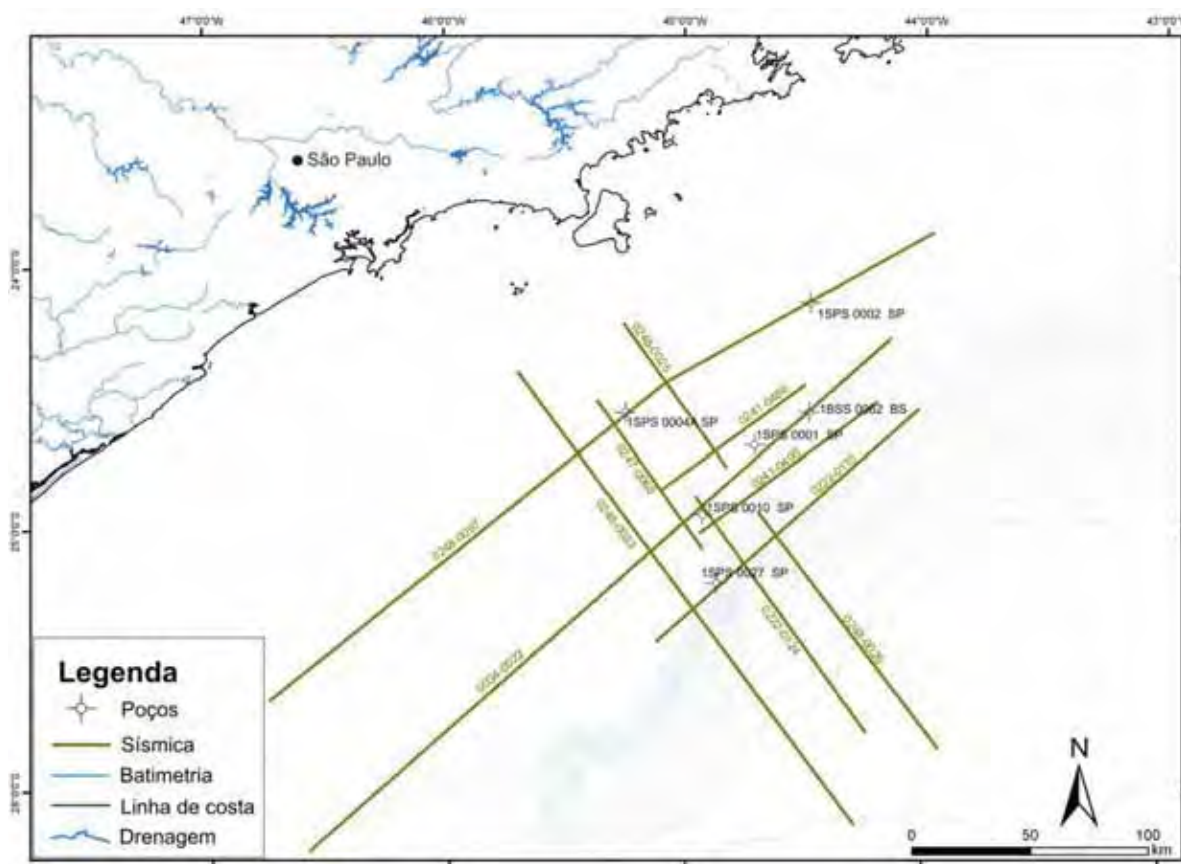
Para a visualização das principais estruturas abordadas neste trabalho, utilizou-se o software Global Mapper 11, sendo possível manipular as imagens SRTM de forma que foi necessária a mudança do ângulo de incidência da luz na imagem, deixando-a perpendicular as estruturas procuradas, promovendo uma melhora na nitidez das mesmas, no caso as feições estruturais WNW do Lineamento Paranapanema.

Quanto aos mapas de lineamentos da área adjacente a bacia de Santos, eles foram adquiridos junto ao banco de dados da CPRM, a qual extraiu essas feições da superfície utilizando-se de mapas SRTM.

3.3 Interpretações Geofísicas

Quanto aos dados geofísicos, foram utilizadas dez seções sísmicas e informação de seis poços de pesquisa na zona *offshore* contendo dados de raio gama, sônico, densidade, resistividade e descrição de testemunho (Figura 2).

Figura 2 – Distribuição dos poços de pesquisa e linhas sísmicas interpretados na Bacia de Santos.



Os dados sísmicos de reflexão, bem como os dados dos poços foram cedidos pelo BDEP, administrado pela ANP, no qual cedeu as informações através da política de gratuidade para as universidades. Também foram utilizados mapas gravimétricos e magnetométricos para o auxílio na visualização e interpretação de feições estruturais interessantes ao projeto.

Quanto aos dados dos poços, só foram utilizadas as descrições dos testemunhos, pois os limites estratigráficos interessantes a esse projeto (Figura 3) já haviam sido reconhecidos nos dados de poços em trabalhos anteriores que foram realizados nas adjacências deste trabalho, a sul e a norte por Izeli (2008) e Souza (2008) respectivamente, logo foi possível reconhecer esses níveis nas seções interpretadas neste trabalho apenas analisando e comparando as principais respostas da sísmica de reflexão.

Para cada linha sísmica foram identificados esses níveis, que em ordem cronológica são: Embasamento, Topo do Rifte, Topo da Formação Ariri, Albiano, Eosantoniano, Eocampaniano, Topo do Cretáceo, Eoeoceno e Mesomioceno (Figura 4).

Figura 3 – Carta estratigráfica retirada de Moreira et al. (2007) exibindo os níveis interpretados nas seções sísmicas.

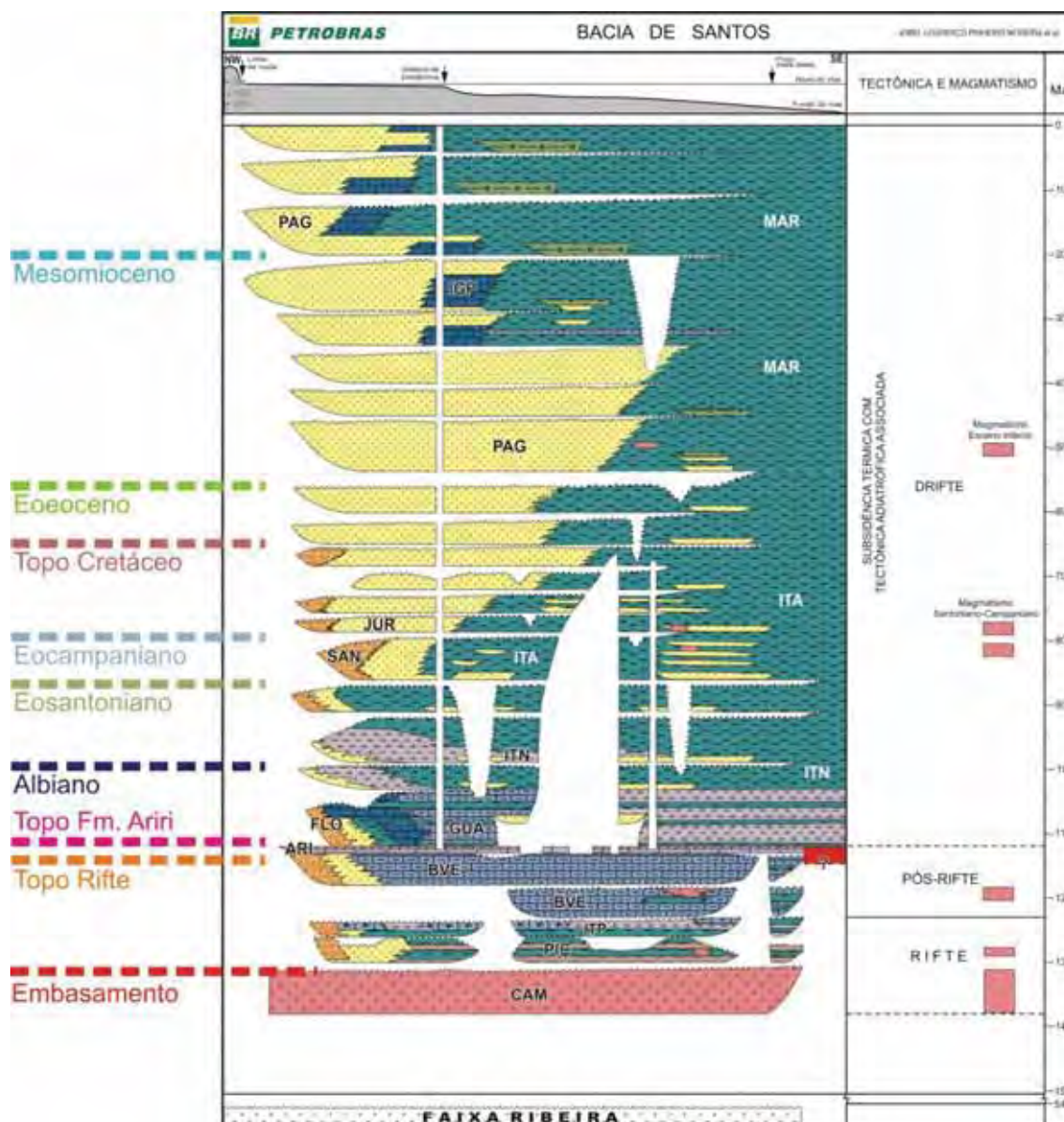
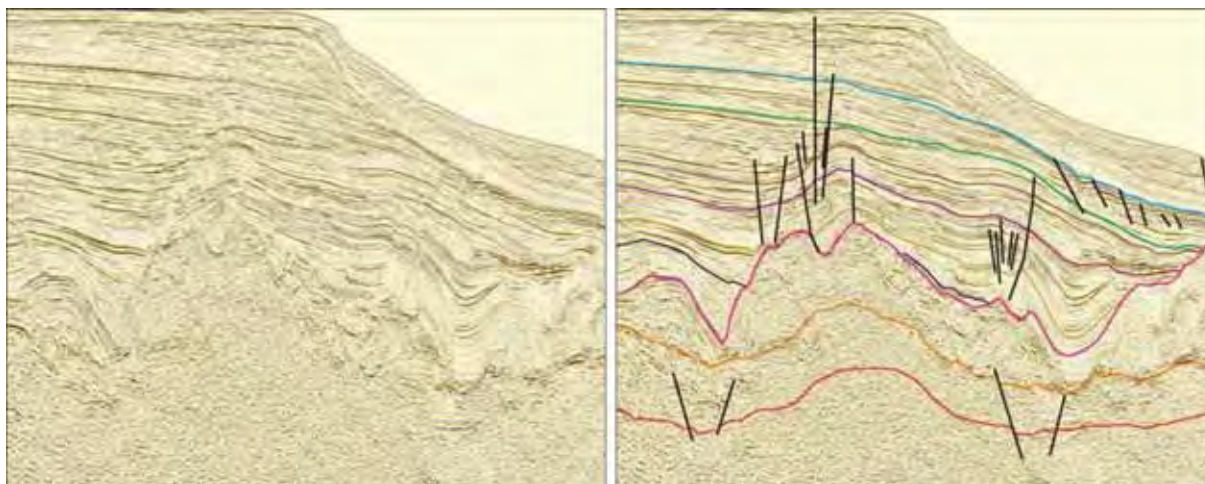


Figura 4 – Trecho de uma seção sísmica antes (esquerda) e depois (direita) da interpretação dos níveis pré-definidos reconhecidos na Figura 3.



As linhas sísmicas foram escolhidas de modo que as feições estruturais do continente as interceptassem na zona *offshore*. Após a interpretação completa das dez linhas sísmicas através do software “Geographix” da Landmark, esses dados foram exportados para o software Surfer 10, onde foi gerado um mapa de contorno estrutural com os dados integrados das 10 seções para cada nível, após isso o mapa gerado foi exportado para o software Global Mapper 11, onde foram gerados mapas em terceira dimensão para esses níveis.

3.4 Integração dos Dados

Com a interpretação completa das seções sísmicas, juntamente com dados aeromagnéticos, gravimétricos e imagens SRTM, foi possível em um ambiente SIG, organizar todos os dados de modo que um único resultado fosse obtido, que é uma conclusão da relação dos alinhamentos anteriormente já citados na dinâmica estrutural da bacia, utilizando-se do software ArcGIS 9.3.

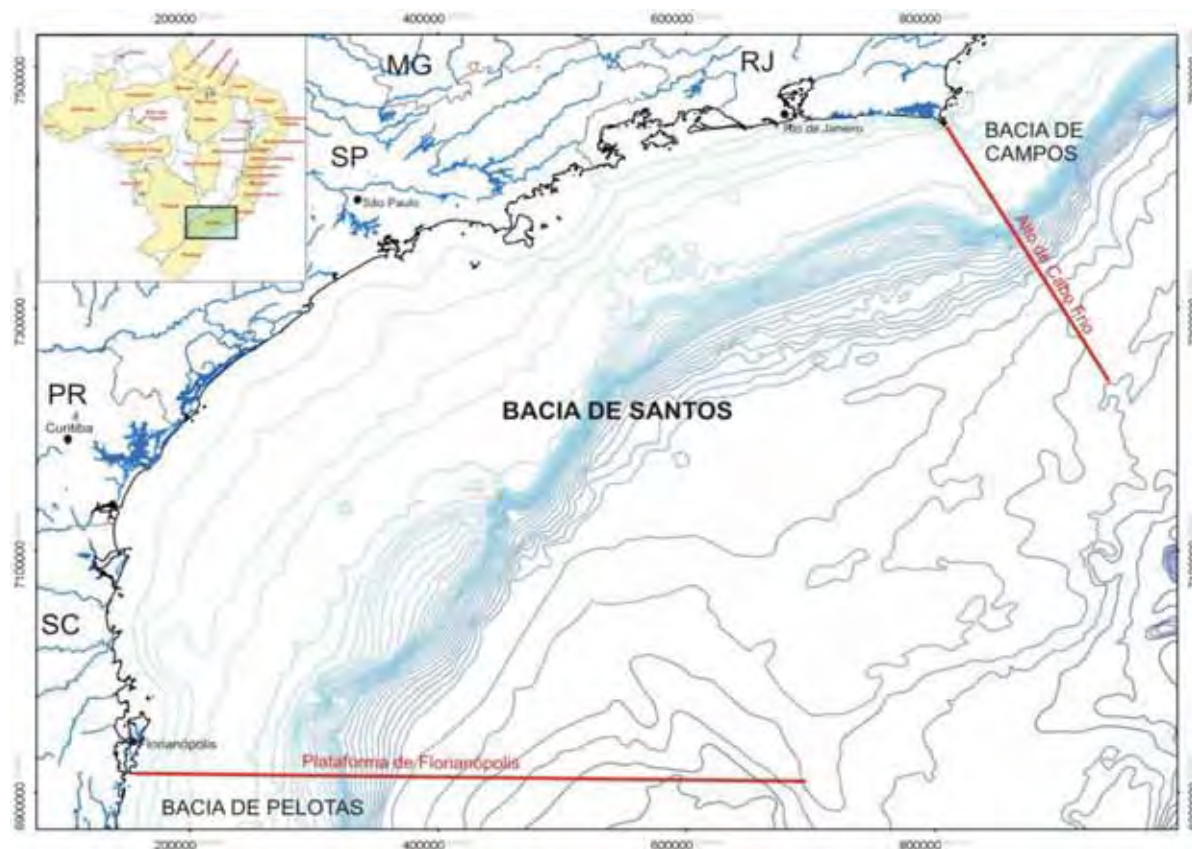
Todos os dados foram analisados e interpretados no LISG (Laboratório de Interpretação de dados Sísmicos e Geológicos) localizado na UNESP - Rio Claro.

4. CONTEXTO REGIONAL

4.1 Bacia de Santos

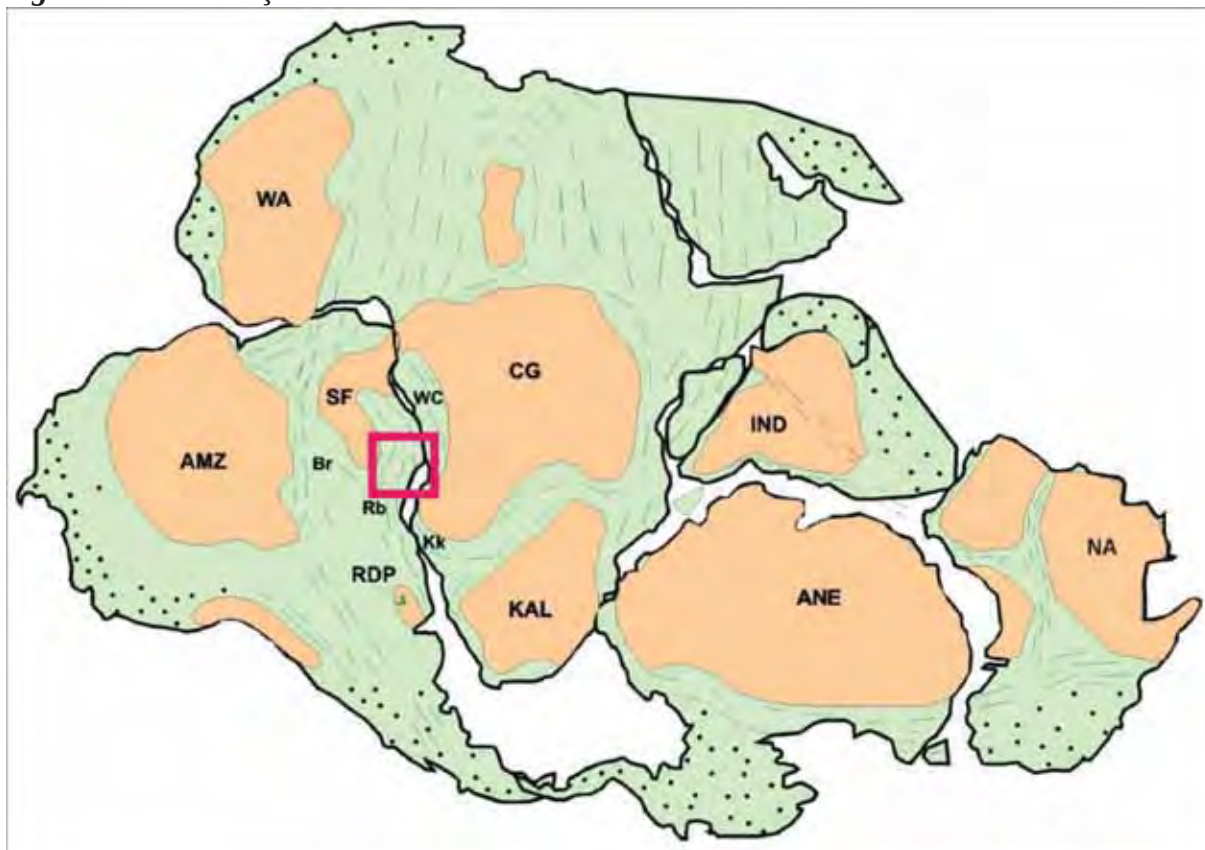
A Bacia de Santos está localizada na margem continental brasileira e compreende os litorais dos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro. Ela se limita a norte com a Bacia de Campos através do Alto de Cabo Frio e a sul com a Bacia de Pelotas pela Plataforma de Florianópolis (Figura 5), totalizando uma área de aproximadamente 350.000 Km² sob uma lâmina d'água de 3.000 m.

Figura 5 – Localização da Bacia de Santos, destacando seus limites com a Bacia de Campos a norte e a Bacia de Pelotas a sul.



A Bacia de Santos teve origem na separação do Paleocontinente Gondwana a partir do Neocominiano, no cretáceo. Ela está representada na figura abaixo (Figura 6), onde se localiza sob o cinturão um cinturão orogenético, mais precisamente no orógeno Ribeira, na porção central da província Mantiqueira.

Figura 6 – Localização da Bacia de Santos no Paleocontinente Gondwana.



Sua evolução se deu a partir da implantação de uma pluma mantélica entre os limites Brasil e África, onde ocorreu um processo de soerguimento, seguido de rifteamento, com posterior ruptura total da crosta continental e presença de crosta oceânica (Figura 7).

A evolução tectônico-sedimentar desta bacia pode ser dividida em três fases principais. Segundo Pereira *et al.* (1986) e Pereira & Feijó (1994), elas seriam a fase rifte, fase de transição e fase de margem passiva. Já segundo Moreira *et al.* (2007), elas seriam divididas em sequencia rifte, sequencia pós-rifte e sequencia drifte, sendo essa ultima proposta subdividida em muitas outras subsequências.

A seqüência rifte inicia-se com derrames basálticos Neocominianos designados de Formação Camburiú, que serviram praticamente como embasamento para o preenchimento sedimentar posterior. Com a diminuição da atividade vulcânica, os grandes espaços criados pela tafrogenia foram preenchidos por sedimentos lacustres barremianos, designados de Formação Guaratiba. A transição da fase rifte para o estágio marinho franco ocorreu num ambiente marinho restrito, marcando o inicio da fase de subsidência termal. Foram depositados espessos pacotes evaporíticos denominados de Formação Ariri, de idade Aptiano-

Eoalbiano. Após a fase evaporítica, teve início à separação efetiva dos continentes, com o desenvolvimento da cadeia Mesoatlântica e a entrada definitiva do mar.

Figura 7 – Evolução tectônico-sedimentar da Bacia de Santos.

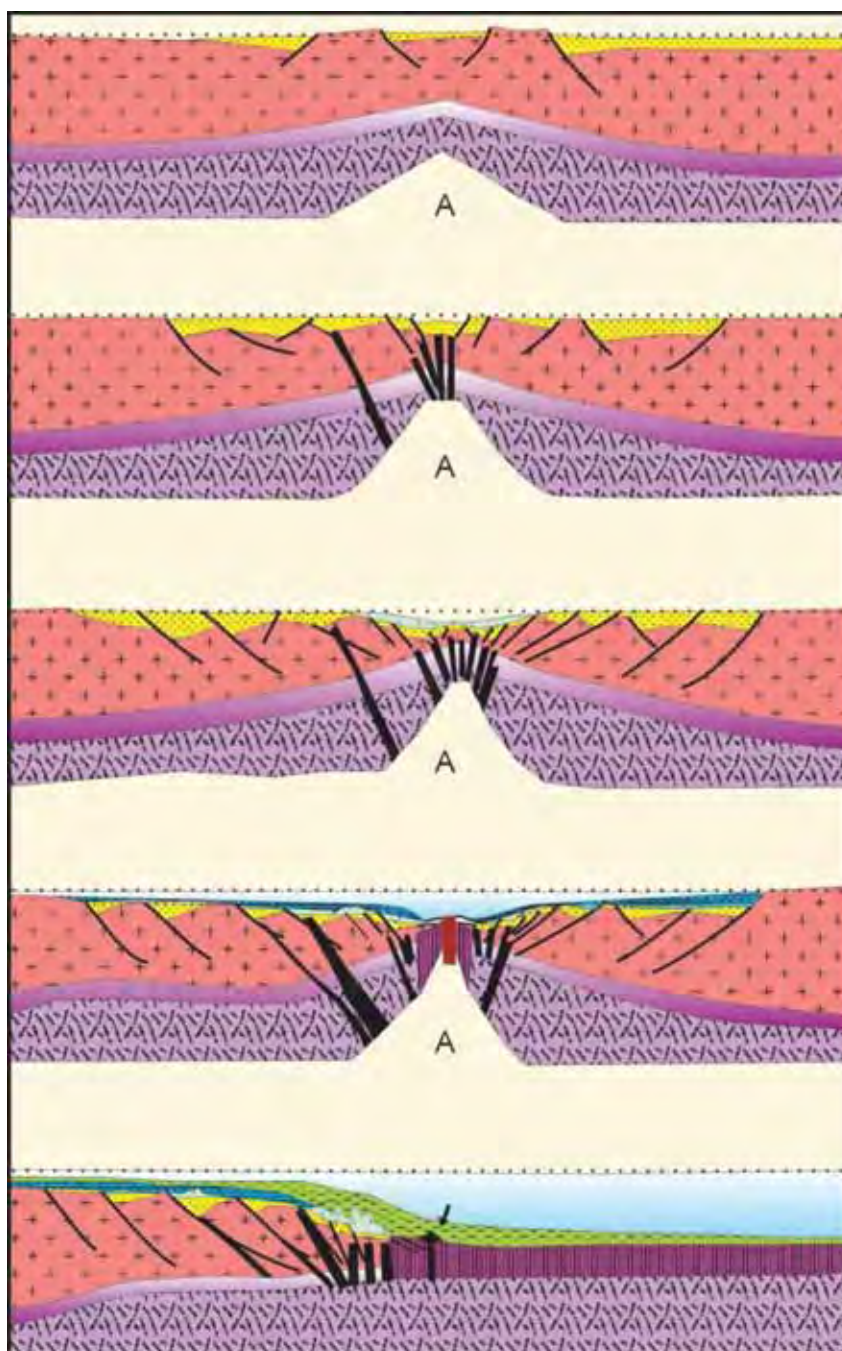


Figura retirada de
Cainelli e Mohriak, 1999.

A estreita passagem do mar evaporítico ampliou-se, dando lugar à deposição de uma extensa plataforma carbonática rasa, cujos depósitos são denominados de Formação Guarujá, de idade mesoalbiana. Durante o Albiano Superior a contínua transgressão marinha tornou o ambiente progressivamente mais profundo, o que fez com que os carbonatos fossem

substituídos por intercalações rítmicas de calcilutitos, margas e folhelhos, os quais designam a Formação Itanhaém. Ao longo da linha de costa albiânica, sistemas clásticos do tipo “fan-deltas” foram desenvolvidos, de modo a interdigitarem-se lateralmente com os carbonatos da Formação Guarujá e com os pelitos da Formação Itanhaém.

Durante o Neocretáceo ocorreu o soerguimento da área fonte da bacia de Santos, a Serra do Mar, o que ocasionou um grande afluxo de sedimentos à bacia, que como consequência manteve a bacia num ambiente continental e de mar raso. Nesse período, nas porções mais proximais da bacia, depositaram-se espessas cunhas de conglomerados e arenitos, designados Formação Santos, e arenitos de ambiente marinho raso, designados de Formação Juréia. Nas porções mais distais foram depositados os folhelhos orgânicos da Formação Itajaí-Açu. As rochas da Formação Iguape foram depositadas num ambiente de plataforma carbonática, com influência de leques aluviais nas áreas mais proximais. Nas porções médio-distais da bacia, foram depositados folhelhos e arenitos finos turbidíticos intercalados, designados de formação Marambaia. Os depósitos siliciclásticos do Quaternário, em forma de leques costeiros, foram designados de Formação Sepetiba.

Moreira *et al.* (2007) propôs uma nova carta estratigráfica para a Bacia de Santos, sendo esta a mais atual (Figuras 8A e 8B), promovendo algumas mudanças em relação à coluna proposta por Pereira & Feijó (1994).

Talvez a mudança mais radical nessa carta para a de Pereira & Feijó (1994) seja o intervalo de formação da Formação Ariri, ou a camada de sal, que na nova proposta tem sua formação estipulada entre 700 mil e 1 milhão de anos, ao contrario da proposta anterior que previa uma formação entre 8 e 10 milhões de anos.

Também foram propostos novos nomes para as formações, assim como novas subdivisões, que em ordem cronológica são:

4.1.1 Embasamento

Além dos metassedimentos pertencentes à Faixa Ribeira, o embasamento cristalino aflorante da região de São Paulo também apresenta granitos e gnaisses de idade Pré Cambriana (Moreira *et al.*, 2007).

4.1.2 Supersequência Rifte

K20-K34 - Esta sequência é composta por derrames basálticos denominados de Formação Camburiú. Ela está posicionada discordantemente sobre as rochas do embasamento cristalino na Bacia de Santos (Moreira *et al.*, 2007).

K36 - Esta sequência é discordante em relação aos basaltos da sequência anterior, é composta principalmente por leques aluviais conglomeráticos e arenitos polimíticos compostos basicamente por fragmentos de basalto. Litoestratigraficamente corresponde a Formação Piçarras, e também é conhecida informalmente como “Sequência Talco Estevensita” na Bacia de Campos (Moreira *et al.*, 2007).

K38 - Correspondente a Formação Itapema do Grupo Guaratiba, ela é relacionável na Bacia de Campos com a “Sequência de Coquinas”. Ela é composta por intercalações de folhelhos escuros por vezes ricos em matéria orgânica e calcirruditos constituídos por fragmentos de conchas frequentemente dolomitizados e/ou silicificados, (Moreira *et al.*, 2007).

4.1.3 Supersequência Pós Rifte

K44 - Esta sequência é marcada por um forte refletor sísmico devido a derrames basálticos síncronos a ela. O ambiente deposicional desta sequência é de transição de continental para marinho raso, sendo composta por calcários microbiais, estromatólitos e lamitos, com folhelhos na parte distal. Ela corresponde à porção inferior da Formação Barra Velha do Grupo Guaratiba (Moreira *et al.*, 2007).

K46-K48 - Correspondente a porção superior da Formação Barra Velha do Grupo Guaratiba, esta sequência tem seu limite superior dado pela base dos evaporitos. Assim como na sequência anterior, esta possui um ambiente transicional estressante, sendo constituído também por calcários microbiais e estromatólitos (Moreira *et al.*, 2007).

K50 - Esta sequência corresponde a Formação Ariri, de idade Neoaptiana. É composta essencialmente por halita e anidrita, entretanto também são encontrados menos comumente traquidrita, carnalita e localmente silvinita. Dias (1998) sugere que a idade de deposição para essa sequência esteja entre 0,7 e 1,0 milhão de anos, idade bem menor que outros autores sugeriram anteriormente (Moreira *et al.*, 2007).

4.1.4 Supersequência Drifte

K60 - Composta por folhelhos radioativos que representam três grandes períodos de inundação marinha durante o Albiano. Litoestratigraficamente corresponde a porção inferior da Formação Florianópolis, Formação Guarujá e a porção basal da Formação Itanhaém. Esta sequência tem seu limite inferior marcado pelo topo dos evaporitos da Formação Ariri e seu limite superior marcado pelo início dos sedimentos arenosos da Formação Itanhaém sobre os folhelhos radioativos (Moreira *et al.*, 2007).

K70 - Corresponde a porção proximal da Formação Florianópolis, distal da Formação Itanhaém e o Membro do Tombo. Os depósitos mais proximais são compostos por arenitos a folhelhos gerados em sistemas de leques aluviais deltaicos. Também se encontram fluxos gravitacionais densos controlados pela tectônica do sal aptiano. Esta sequência apresenta um padrão retrogradante, que são uma resposta a subida relativa do nível do mar (Moreira *et al.*, 2007).

K82-K86 - Esta sequência também apresenta um padrão retrogradante, resultado do evento anóxico do Turoniano, que foi um evento global associado à presença de folhelho radioativo. Litoestratigraficamente esse sequência corresponde ao Grupo Camburí e ao Grupo Frade, e são basicamente compostos por arenitos nas porções mais proximais e sedimentos mais finos nas porções mais distais (Moreira *et al.*, 2007).

K88 - Essa sequência corresponde aos sedimentos das Formações Juréia, Santos e Itajaí-Açu e Membro Ilha Bela que foram depositados durante o Turoniano e Coniaciano. São compostos por arenitos e folhelhos, de acordo com a proximidade da costa (Moreira *et al.*, 2007).

K90 - Essa sequência engloba os sedimentos siliciclásticos de idade santoniana e eocampaniana, sendo que sua base é dada pela discordância de 85,8 milhões de anos, que foi o maior evento erosivo da bacia, que é evidenciada pelos *onlap* das camadas superiores a ela. Nessa sequência encontram-se fluxos hiperpicnais espessos, bem como vulcanismo extrusivo associado a feições tectônicas como a “Zona de deformação Cruzeiro do Sul”, “Elevação do Rio Grande” e o soerguimento da Serra do Mar (Moreira *et al.*, 2007).

K100 - Corresponde aos sedimentos de idade campaniana, e litoestratigraficamente correspondem à porção proximal da Formação Santos (conglomerados), porção intermediária da Formação Juréia (arenitos) e porção distal da Formação Itajaí-Açu (sedimentos pelíticos), além de fluxos densos do Membro Ilha Bela (Moreira *et al.*, 2007).

K110 - Essa sequência pertence às mesmas formações da sequência anterior (Santos, Juréia e Itajaí-Açu), possui também fluxos turbidíticos, entretanto se localiza nos andares Campaniano e Maastrichtiano (Moreira *et al.*, 2007).

K120 - Essa sequência mantém a tendência regressiva dos estratos, entretanto apresenta um avanço na quebra da plataforma para leste e também expressivas escavações no talude que serviram de conduto para o aporte de sedimento arenoso para as porções mais distais da bacia (Moreira *et al.*, 2007).

K130 - Essa sequência ainda mantém o padrão regressivo dos estratos e seu limite superior é dado pelo limite cretáceo-paleógeno. As rochas que as compõe também pertencem às formações Santos, Juréia, Itajaí-Açu e Membro Ilha Bela, porém são exclusivamente do andar Maastrichtiano. E é nessa sequência que a linha de costa se desloca ao máximo, estando a 200 km costa afora (Moreira *et al.*, 2007).

E10 - Primeira sequência do Paleoceno, esta apresenta rochas das formações Marambaia e Ponta Aguda, ambas pertencentes ao Grupo Itamambuca. A Formação Ponta Aguda é caracterizada por leques aluviais, sistemas fluviais e depósitos costeiros, composta por arenitos avermelhados, enquanto a Formação Marambaia é composta por siltitos, folhelhos, diamictitos e margas depositadas na plataforma distal (Moreira *et al.*, 2007).

E20 - Assim como na sequência anterior, esta apresenta rochas das formações Marambaia e Ponta Aguda, além de cânions de grande porte que cortam as rochas da Formação Marambaia, que serviram de conduto para fluxos turbidíticos fortemente canalizados denominados de Membro Maresias, pertencente à Formação Marambaia (Moreira *et al.*, 2007).

E30-E40 - Assim como na sequência E20, esta apresenta em sua porção mais proximal os arenitos da Formação Ponta Aguda, e nas porções mais distais os siltitos, folhelhos, margas e diamictitos da Formação Marambaia, bem como fluxos turbidíticos canalizados do Membro Maresias. Também houve um expressivo magmatismo extrusivo de caráter basáltico alcalino durante a sedimentação desta sequência, de modo que ela se torna mais comum quanto mais próximo do Alto de Cabo Frio (Oureiro, 2006 *apud* Milani 2007), gerando além de cones vulcânicos, soleiras de diabásio (Moreira *et al.*, 2007).

E50 - Compreende em sua porção proximal as rochas areníticas da Formação Ponta Aguda e em sua porção distal, talude e bacia as rochas da Formação Marambaia, representada por siltitos, folhelhos, margas, além de diamictitos gerados a partir de escorregamentos da borda da plataforma continental. Nessa sequência também ocorrem os canais fortemente canalizados pertencentes ao Membro Maresias (Moreira *et al.*, 2007).

E60 - Essa sequência assim como as anteriores é composta pelos arenitos da Formação Ponta Aguda nas regiões proximais e por siltitos, folhelhos, margas e diamictitos da Formação Marambaia nas porções mais distais da bacia, bem como os fluxos turbidíticos canalizados pertencentes ao Membro Maresias. Entretanto é no topo dessa sequência que a tendência progradacional dos estratos passa para agradacional, deslocando a quebra da plataforma continental para dezenas de quilômetros da atual, sendo este o maior evento de queda relativa do nível do mar durante o Paleógeno (Moreira *et al.*, 2007).

E70 - Corresponde aos sedimentos gerados durante o Oligoceno inferior. Essa sequência é marcada por uma grande elevação do nível do mar, o que fez com que a quebra da plataforma continental recuasse expressivamente em relação à sequência anterior. Assim como nas sequências anteriores, ocorrem arenitos proximais da Formação Ponta Aguda, sedimentos mais finos das porções mais distais da bacia pertencentes à Formação Marambaia, bem como fluxos turbidíticos canalizados do Membro Maresias. Entretanto ocorre nesta sequência pela primeira vez os calcarenitos e calcirruditos da Formação Iguape, localizados próximos da quebra da plataforma (Moreira *et al.*, 2007).

E80 - Essa sequência possui rochas do Oligoceno superior, e assim como na sequência anterior, ela é caracterizada por apresentar os arenitos plataformais da Formação Ponta Aguda, siltitos, folhelhos, margas e diamictitos da porção mais distal da bacia pertencentes à Formação Marambaia, fluxos turbidíticos canalizados do Membro Maresias e os calcarenitos e calcirruditos da Formação Iguape (Moreira *et al.*, 2007).

N10-N30 - Correspondem às rochas geradas durante os andares Burdigaliano e Serravaliano do Mioceno inferior e médio respectivamente. Essa sequência tem seu limite superior marcado pela discordância conhecida na Bacia de Campos como “Marco Cinza”, o qual representa uma queda eustática de ordem global que possui um refletor sísmico facilmente reconhecido. Litoestratigraficamente ela é composta pelos arenitos plataformais da Formação Ponta Aguda, siltitos, folhelhos, margas e diamictitos da Formação Marambaia, arenitos resultantes de fluxos turbidíticos do Membro Maresias e os calcirruditos e calcarenitos da Formação Iguape. É durante esta sequência também que se encontra o maior evento de subida do nível do mar desde o Mioceno até o recente, o qual gerou depósitos nas regiões costeiras e interiores de todo o Brasil (Moreira *et al.*, 2007).

N40 - As rochas dessa sequência foram depositadas durante os andares Tortoniano e Messiniano do Mioceno inferior e o andar Zancleano do Plioceno. Esta sequência segue com as mesmas rochas das sequências anteriores, sendo composta pelos arenitos aluviais e

costeiros da Formação Ponta Aguda e os calcarenitos e calcirruditos que se intercalam com os folhelhos, siltitos, margas e diamictitos da Formação Marambaia (Moreira *et al.*, 2007).

N50N60 - Esta sequência compreende as rochas depositadas durante os andares Gelasiano, Piacensiano e parte do Zancleano, pertencentes ao Plioceno e Pleistoceno, sendo que ela engloba todos os sedimentos depositados desde 4,2 Ma até o recente, ou o fundo do mar atual. Além dos folhelhos, siltitos, margas e diamictitos da Formação Marambaia e os arenitos de origem turbidítica do Membro Maresias, essa sequência apresenta em sua porção plataformar arenitos esbranquiçados de granulometria fina a grossa e coquinas de moluscos, briozoários e foraminíferos pertencentes à Formação Sepetiba (Moreira *et al.*, 2007).

4.1.5 Magmatismo

Os eventos magmáticos na Bacia de Santos podem ser divididos em pós-Aptiano e pré-Albiano, sendo que os últimos são de caráter básico e possuem idades obtidas a partir do método Ar/Ar, e são de, 130-? Ma (embasamento econômico), 121-130 Ma (intercalados com a porção rifte) e 118 Ma (porção inferior do pós-rifte). Os pulsos magmáticos pós-Aptiano são do Albiano, Santoniano, Maastrichtiano, Paleoceno e Eoceno (Oureiro 2006 *apud* Milani 2007). As rochas magmáticas do Paleoceno e Eoceno são compostas por hialoclastitos e rochas vulcanoclásticas geradas por estratovulcões de formato cônico (Moreira *et al.*, 2007).

Figura 8A – Carta estratigráfica da Bacia de Santos, retirado de Moreira et al. (2007).

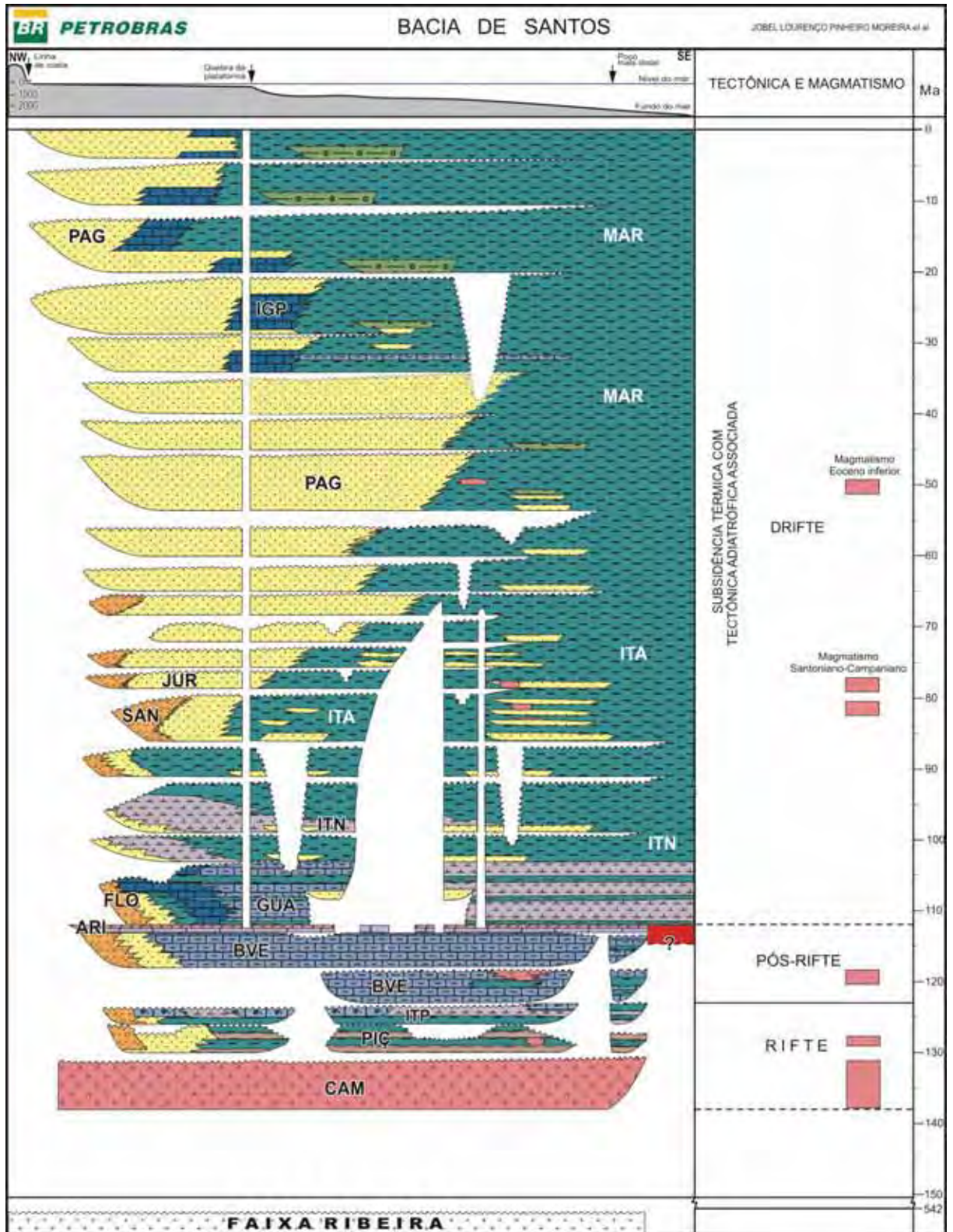
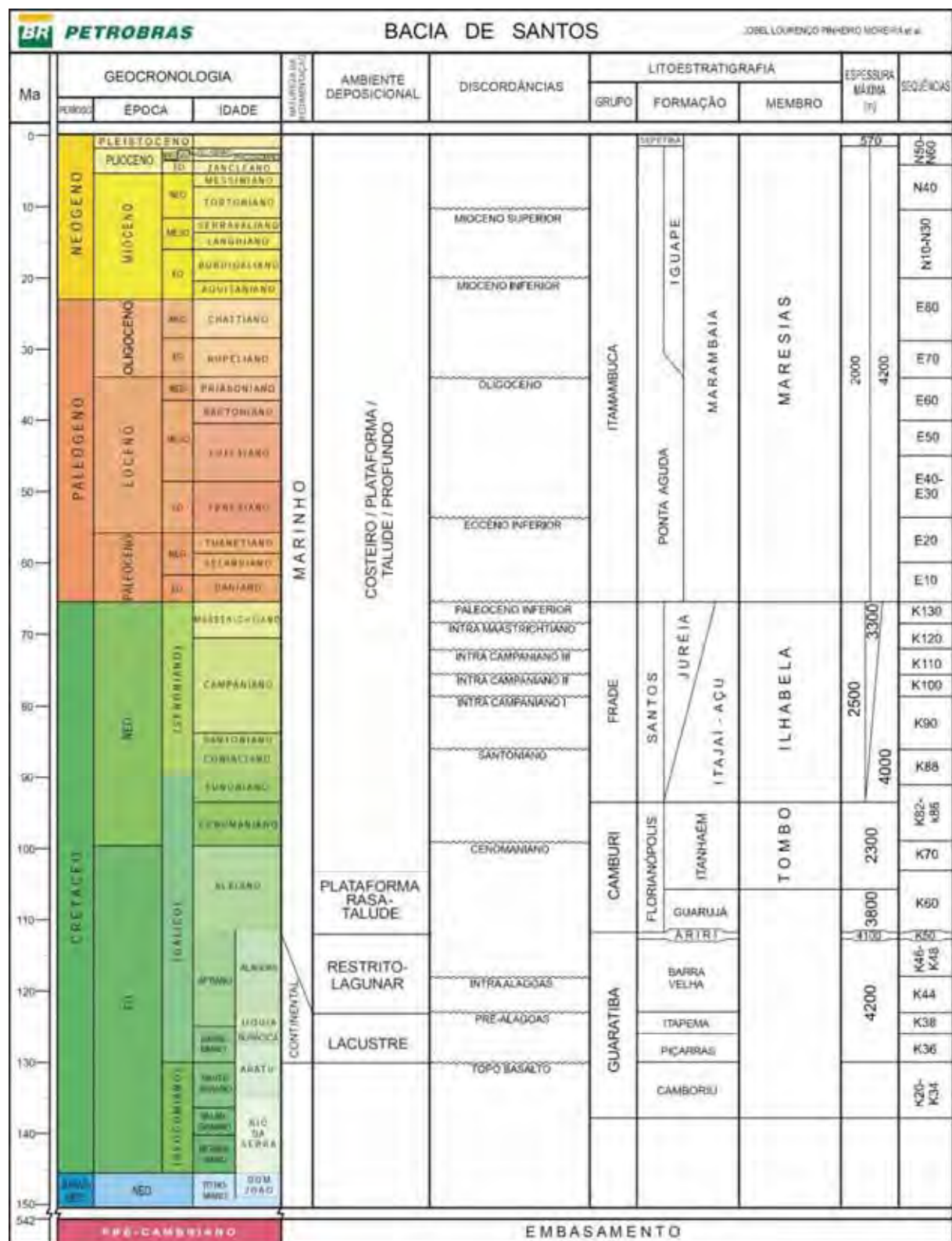


Figura 8B – Carta estratigráfica da Bacia de Santos, retirado de Moreira et al. (2007).



4.2 Lineamentos Estruturais

Os lineamentos estruturais dos estados de São Paulo e Paraná têm sido descritos e estudados desde os trabalhos de Washburne (1930) e Moraes Rego (1937 a 1941).

Esses lineamentos são evidenciados através de complicações de origem estratigráfica e estrutural tanto na porção sedimentar, pertencente à Bacia do Paraná, quanto na porção das rochas cristalinas do estado de São Paulo.

4.2.1 Lineamento Paranapanema

O lineamento Paranapanema foi definido inicialmente por Fúlfaro (1974), e o autor considera que o lineamento em sua extremidade oeste, se encaixa no rio de mesmo nome, na divisa entre os estados de São Paulo e Paraná, segue então para leste através do alinhamento do rio Itapetininga, segue para a região do falhamento de Taxaquara onde limita a Bacia de São Paulo na extremidade sul, e intercepta o litoral paulista entre as cidades de Bertioga e São Sebastião.

Fúlfaro (1970) descreveu um alto estrutural durante o Permiano na região de Fartura (SP), também notou que havia derrames basálticos no mesmo local durante o Mesozóico, os quais ele acreditava que podiam ser condutos alimentadores da Formação Serra Geral.

Fúlfaro (1970) também notou grandes falhas associadas a esse lineamento, bem como diques de diabásio de grandes dimensões, e também rochas alcalinas que soergueram os sedimentos do Grupo Tubarão.

Além disso, o traçado do Lineamento Paranapanema intercepta a alcalina de Araçoiaba da Serra, o que dá suporte para a existência do mesmo.

Já na região do embasamento cristalino do estado de São Paulo, o lineamento se relaciona com outras importantes estruturas, a principal é a Falha de Taxaquara. Já no litoral paulista o lineamento separa segundo Fúlfaro (1974), dois compartimentos distintos, onde ao sul do lineamento se tem amplas planícies de emersão como as de Santos, Itanhaém, Peruíbe, Iguape e Cananéia, ao contrario da porção norte ao lineamento onde se encontram pequenas praias que representam uma costa afogada, além disso, em São Sebastião encontram-se rochas alcalinas de idade Terciária.

Segundo Hasui (1973), o falhamento Taxaquara possui idade Cambro-Ordoviciano, logo como Fúlfaro (1974) propõe que este seja associado ao Lineamento Paranapanema, interpreta que este tenha a mesma idade. Durante a evolução da Bacia do Paraná, somente no

Devoniano médio é que o Lineamento Paranapanema aparentemente se manteve inerte (Fúlfaro 1974), sendo que em todos os outros momentos da bacia ele influenciou sua sedimentação, ora fazendo com que o bloco a norte do lineamento tivesse uma maior subsidência em relação ao bloco a sul do lineamento, e vice versa, sendo um dos principais agentes tectônicos que moldaram a Bacia do Paraná.

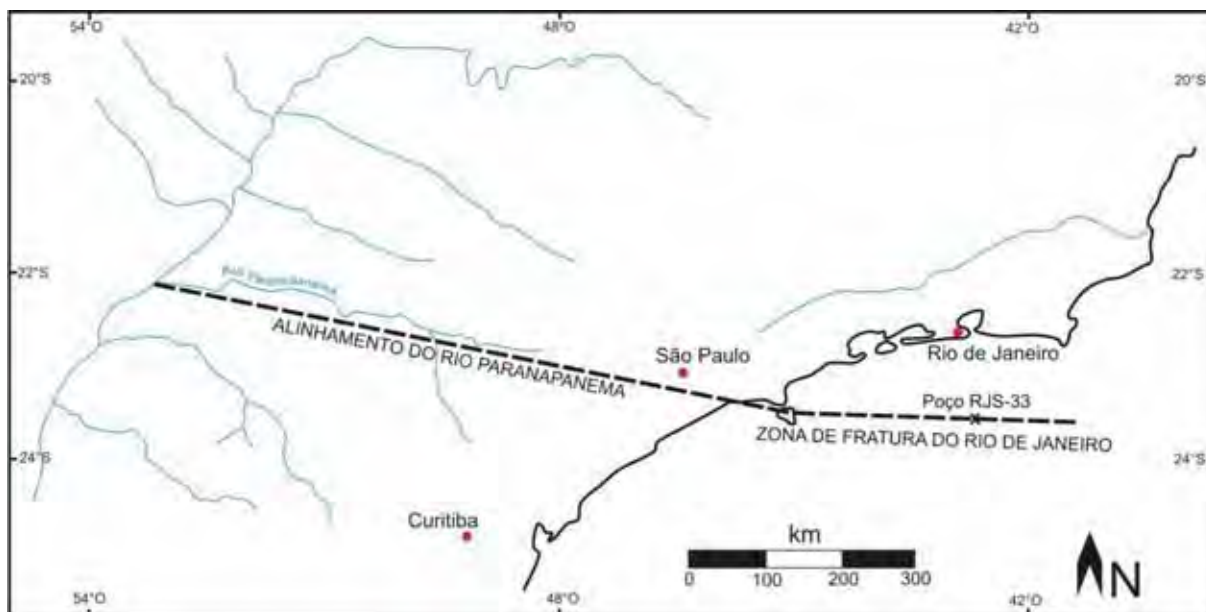
Kumar *et al.* (1977) *apud* Asmus (1978) inferiu uma zona de fratura no fundo oceânico de sentido leste/oeste na altura do paralelo 24°S e o denominou de Zona de Fratura do Rio de Janeiro. No fim da década de 70 a Petrobras realizou um poço submarino supostamente sob esta fratura (RJS-33), já na plataforma continental, e encontrou olivinas basaltos de idade próxima a 80 milhões de anos, o que, segundo Asmus (1975), dá suporte para conectar essa fratura com Lineamento Paranapanema (Figura 9). O autor também sugere que o Lineamento Paranapanema/Zona de Fratura do Rio de Janeiro também seja responsável pela protuberância retilínea ao qual se encontra próximo da cidade de Cabo Frio (RJ), afirmando que devem existir complicações entre o traçado da Zona de Fratura do Rio de Janeiro e a estruturação de Cabo Frio (RJ).

Asmus (1981) discute a relação do Lineamento Paranapanema como tendo uma origem pré-cambriana, sendo que ela teria o mesmo traçado, a grosso modo, de antigas compartimentações arqueanas, de sentido preferencial leste/oeste, e que foram reativadas durante a instalação da pluma mantélica que deu origem ao oceano Atlântico.

Ferreira (1981) discorda de Fúlfaro (1974) no aspecto de que o Lineamento Paranapanema seria o responsável pelo magmatismo na região de Fartura (SP). Ferreira (1981) afirma que a região é o ponto de superposição entre os dois lineamentos, e que devido às estruturas apresentarem tendência principal N50W, sugere que o magmatismo seja devido ao Lineamento Guapiara, uma vez que a orientação das estruturas não é compatível com a direção WNW do Lineamento Paranapanema.

Ferreira (1981) também contesta a existência do Lineamento Paranapanema, bem como sua ligação com estruturas da plataforma continental, segundo o autor seria necessário mais estudos geológicos e geofísicos para uma maior aceitação do fato.

Figura 9 – Mapa modificado de Asmus (1977), com o traçado do Lineamento Paranapanema e sua junção com a Zona de Fratura do Rio de Janeiro.

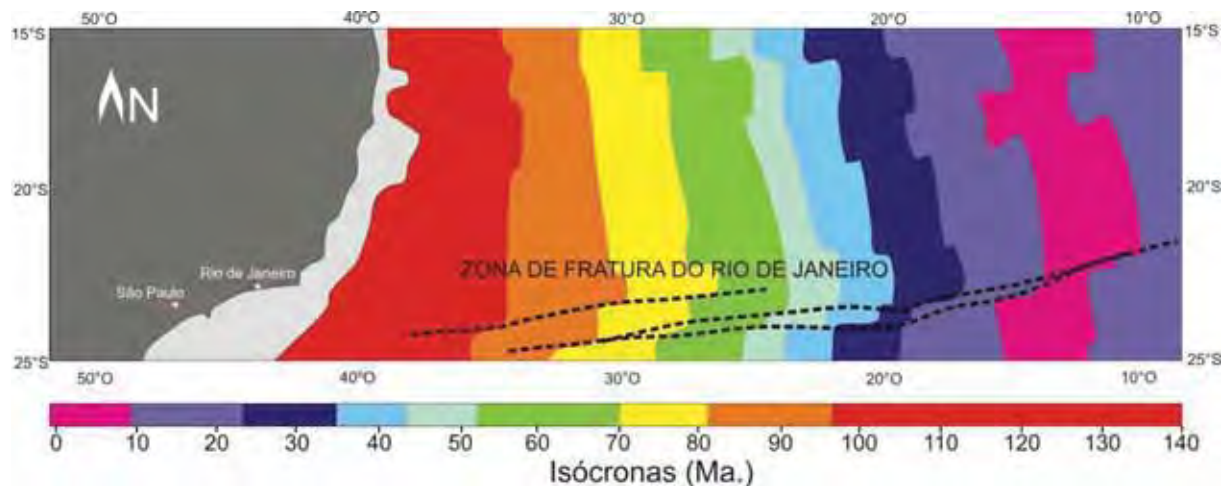


Para Saadi (1992) o Lineamento Paranapanema tem papel tão marcante na evolução do estado de São Paulo que sugere que ele seja denominado de “Descontinuidade Crustal do Médio-Alto Paraná”, porém concorda com o traçado proposto por Asmus (1977), onde ele associa o lineamento com a Zona de Fratura do Rio de Janeiro.

Cande *et al.* (1988) sugeriu uma zona de fratura tripla para a Zona de Fratura do Rio de Janeiro entre os paralelos 23°S e 25°S, sendo que segundo Alvez *et al.* (1997), elas se prolongam até a longitude 39°W, ou a aproximadamente 300km da cidade de Cabo Frio (RJ). Alvez *et al.* (1997) afirma que no embasamento oceânico esse lineamento é composto por dois altos e uma calha central profunda de aproximadamente 250km de extensão preenchidas principalmente por fluxos turbidíticos.

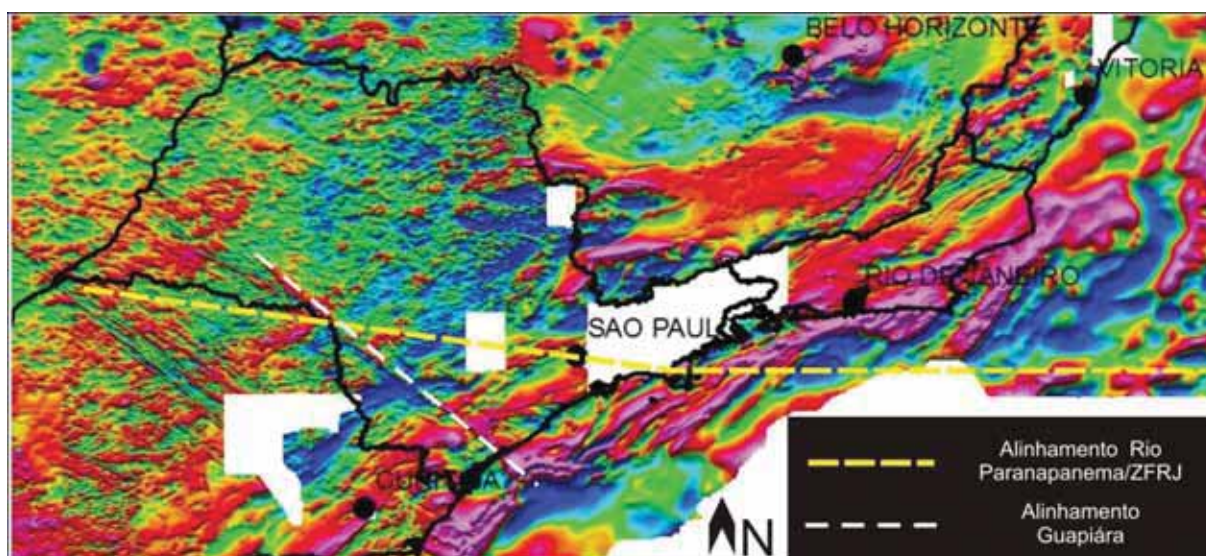
Através de estudos magnetoestratigráficos é possível extrapolar lineamento ainda mais para leste, baseados nos trabalho de Alves *et al.* (2006) e Muller *et al.* (1997), é possível acompanhar o sistema de fraturas do Rio de Janeiro até a cadeia Meso-oceânica (Figura 10).

Figura 10 – Mapa modificado de isócronas do fundo oceânico baseado na magnetoestratigrafia realizada por Muller et al. (1997), com o traçado da Zona de Fratura do Rio de Janeiro.



Utilizando a aeromagnetometria também é possível identificar esses lineamentos, mesmo que sutis, tanto na porção continental, quanto na zona *offshore* (Figura 11). O Lineamento Paranapanema não é tão visível na imagem magnetométrica quanto o alinhamento Guapiara, por exemplo, pois não possui tantas rochas básicas associadas, e sim uma maior estruturação tectônica quase sem apresentar rocha extrusiva associada, entretanto é possível projetar uma linha sob o seu traçado que foi definido na Figura 4 e segui-la até a plataforma continental onde ela faz a junção com a Zona de Fratura do Rio de Janeiro (ZFRJ).

Figura 11 – Imagem aeromagnética da área de estudo, com o traçado dos Lineamentos Paranapanema/ZFRJ e o Guapiára.

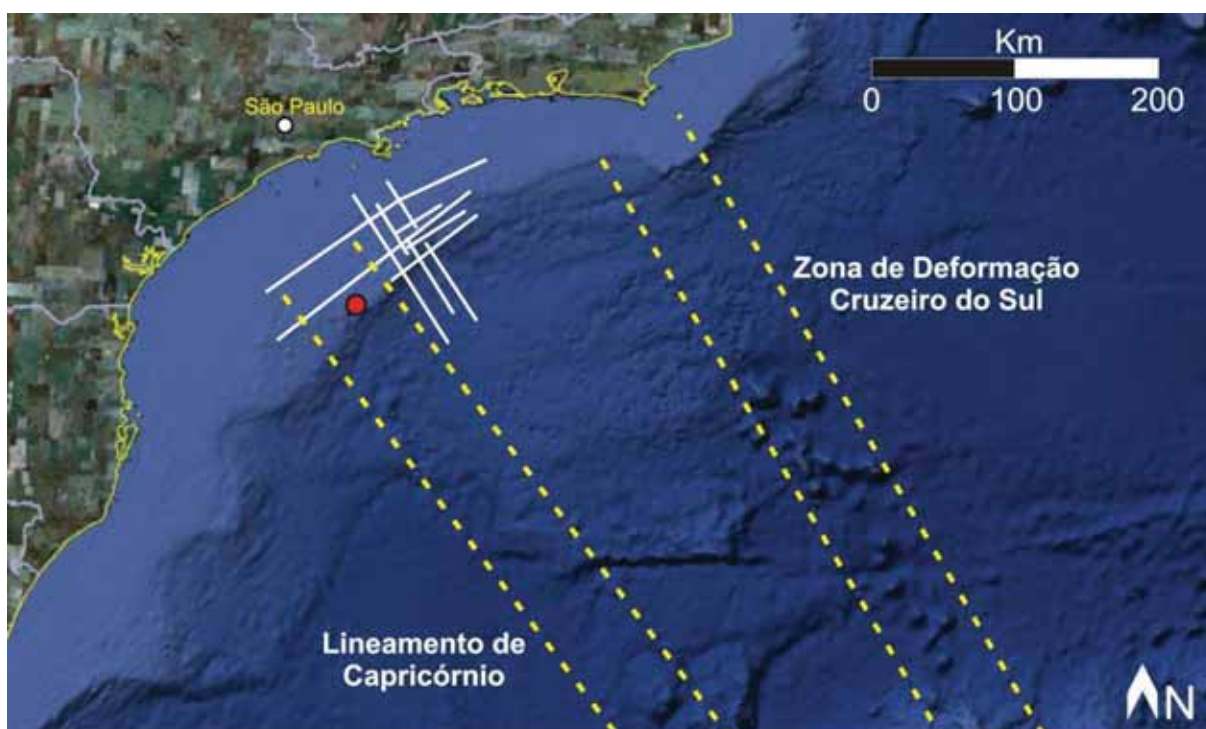


4.2.2 Lineamento de Capricórnio

Este lineamento assim como outros de direção NW dentro dos limites da Bacia de Santos, é uma feição geotectônica herdada da separação entre o continente sul-americano e africano durante o Cretáceo.

O Lineamento de Capricórnio é o mais expressivo em termos de comprimento e movimentação das estruturas NW da bacia, estando localizada na porção centro-sul da Bacia de Santos (Figura 12). E foi nesse lineamento que em abril de 2008 se deu o tremor de terra conhecido como “sismo de São Vicente”, chegando a atingir 5,2 graus na escala Richter.

Figura 12 – Figura retirada do Google Earth ilustrando o fundo oceânico e os limites dos lineamentos de Capricórnio e a Zona de Deformação Cruzeiro do Sul, bem como as linhas sísmicas e o local do sismo de São Vicente em vermelho.



Este lineamento limita a porção sudoeste do platô de São Paulo nas porções distais da Bacia, enquanto nas regiões proximais faz limite com a porção nordeste da Bacia de Iguape. Sua projeção para o continente segue em direção ao limite nordeste do cratón Luiz Alves e segue subparalelo ao Lineamento Guapiara continente adentro (Bueno *et al* 2004).

Bueno *et al* (2004) sugere que este lineamento teve origem durante a fase rifte, no Eocretáceo, com a implantação de uma zona de acomodação de direção NW superimposta a uma zona de sutura Proterozóica, sendo que esta passou a atuar como uma zona de

transcorrência a partir da fase drifte, gerando falhas com rejeitos normais e transcorrentes associados.

Moulin *et al* (2010) e Bueno *et al* (2004) subdividem a Bacia de Santos em porções norte e sul, tendo elas como divisa o Lineamento de Capricórnio.

Moulin *et al* (2010) descreve o lineamento como sendo paralelo ao Lineamento Cruzeiro do Sul, que tem continuidade com o Alto de Cabo Frio, e destaca suas características geofísicas na região de sua influência, possuindo uma anomalia gravimétrica positiva e uma magnética negativa (Figuras 13A e 13B), representando segundo o autor, intrusões ígneas ou exumações do manto.

Figura 13A – Área de influência do Lineamento de Capricórnio sobre mapa gravimétrico em relação às linhas sísmicas interpretadas.

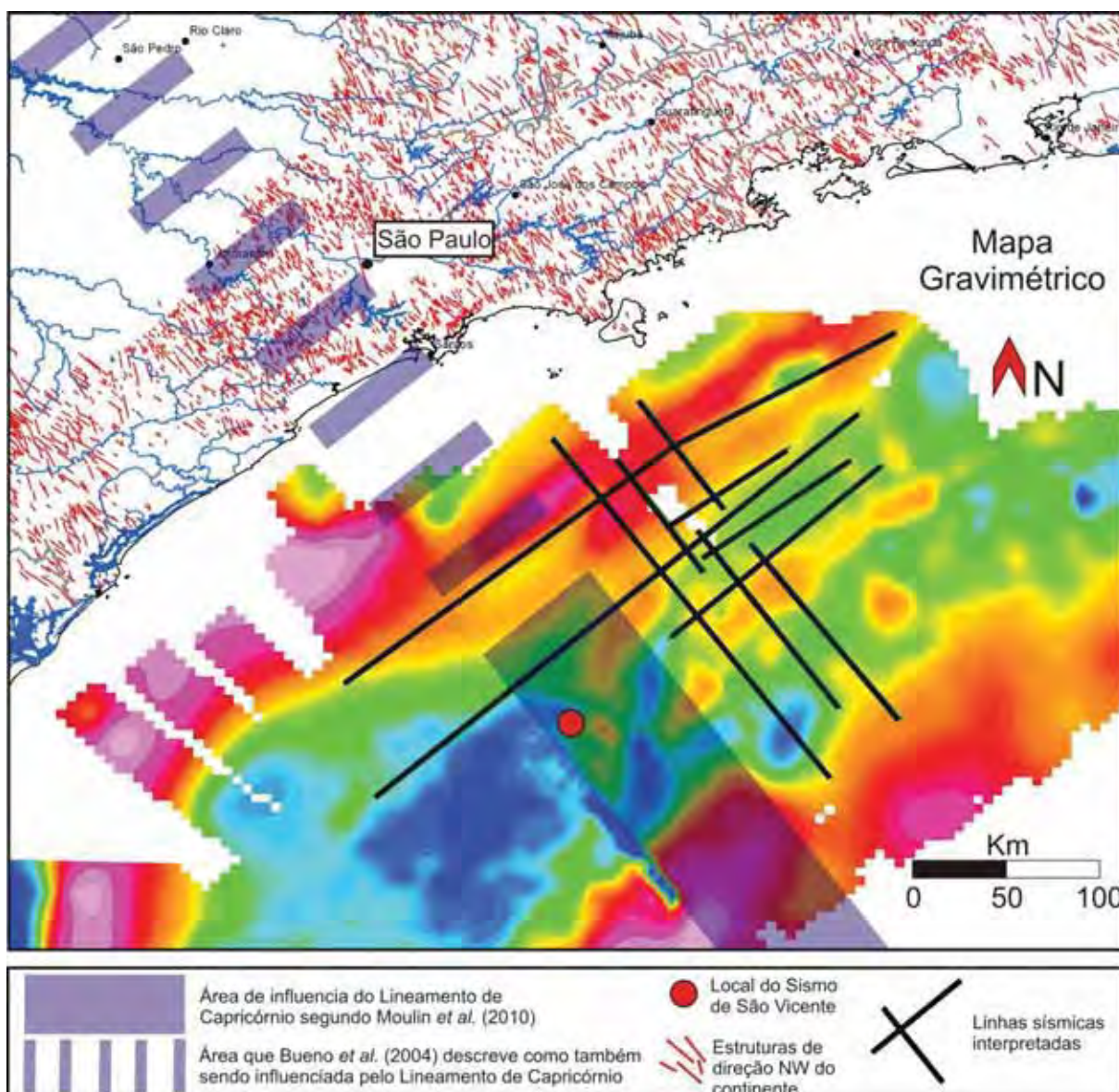
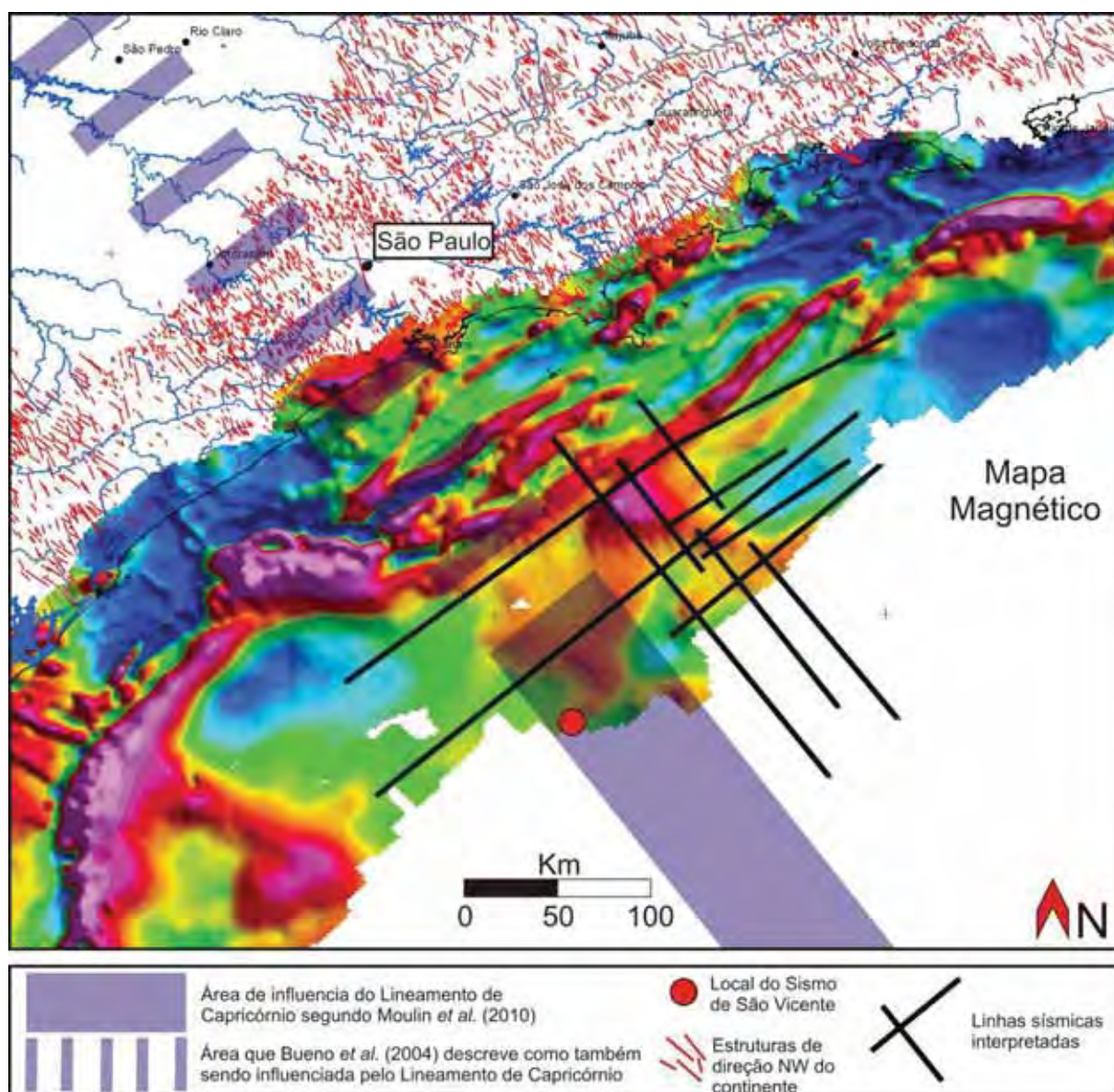


Figura 13B – Área de influência do Lineamento de Capricórnio sobre mapa magnético em relação às linhas sísmicas interpretadas.



5. RESULTADOS

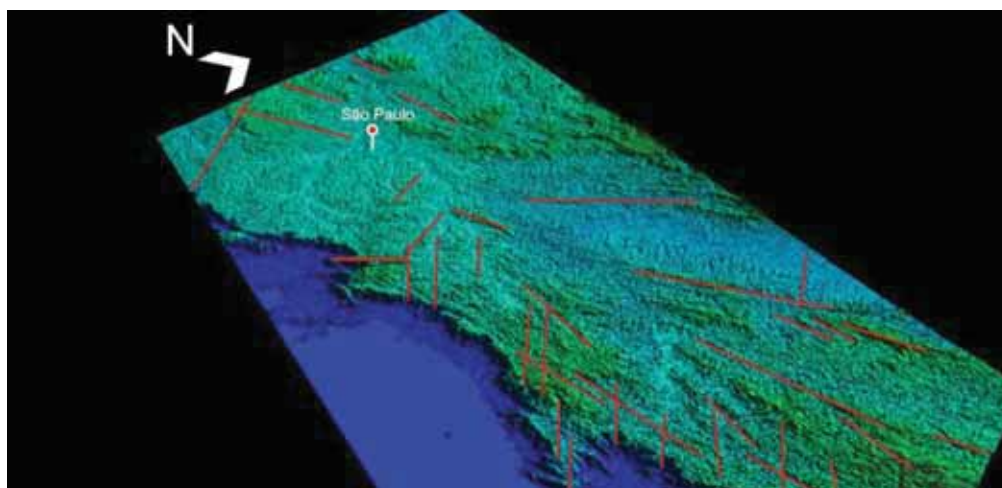
Por se tratar de um estudo amplo, que envolve áreas de bacias intracratônicas, bacias marginais, áreas de rochas cristalinas, bem como uma evolução quem vem desde o pré-cambriano, além de envolver aspectos estruturais e estratigráficos, era de se esperar que muitos autores tenham divergências drásticas entre suas opiniões, o que gerou muita dificuldade em se formar um modelo de partida para esse trabalho. Sendo assim este trabalho tem como base a geologia regional descrita no capítulo anterior, onde basicamente se segue o modelo de que o Lineamento Parapanema é de origem pré-cambriana e que teve ao longo do tempo geológico reativações que influenciaram nas evoluções, tanto da Bacia do Paraná, quanto das áreas de rochas cristalinas do estado de São Paulo e a região *offshore*, onde se acredita que ela tenha uma relação com sistemas de falhas da bacia de Santos, principalmente com a Zona de Fratura do Rio de Janeiro.

5.1 Interpretações de Imagens de Satélite

A análise das imagens de satélite na porção continental adjacente a Bacia de Santos deu subsídio para a geração de mapas evidenciando a direção e abundância de lineamentos na área de estudo.

Essas informações são de grande valia, pois refletem em superfície feições que tiveram origem em estruturas regionais de grande porte, podendo ser correlacionável as estruturas das bacias marginais, no caso a de Santos (Figura 14).

Figura 14 – Exemplo de alguns lineamentos traçados sobre a região cristalina adjacente à Bacia de Santos.



A partir da extração desses lineamentos, que foi realizado pela CPRM sobre mapas do tipo SRTM, separou-se os que eram próximos a área de estudo e organizou-se segundo sua direção, e a partir deles foram geradas rosetas para cada um, indicando a direção e frequência exata com que ocorrem na área. As direções principais obtidas foram as seguintes:

E-W: Em geral são curtos, muito retilíneos e se distribuem por toda a área. Sua direção principal é N80-90E e N80-90W (Figura 15).

NE-SW: Compreende o maior volume de lineamentos, pois configuram a principal direção de estruturação do sudeste paulista. Geralmente possuem lineamentos curtos e retilíneos ou muito longos e levemente curvados, representando as principais zonas de cisalhamento do estado de São Paulo. Sua direção preferencial é a N60-70E (Figura 16).

NNE-SSW: Em geral são curtos e retilíneos, por vezes levemente curvados e possuem direção preferencial N10-20E (Figura 17).

NNW-SSE: Caracterizados por lineamentos curtos e extremamente retilíneos, com raras exceções, possuem direção preferencial N10-20W (Figura 18).

N-S: Aparecem em pequena quantidade na área, possuem lineamentos curtos e retilíneos e direção preferencial N0-10W (Figura 19).

NW-SE: Estão bem distribuídos por toda a área e em grande quantidade, em geral são curtos e retilíneos, possuem direção preferencial N50-60W (Figura 20).

WNW-ESE: Apresentam-se em geral por lineamentos curtos, com algumas exceções, porém sempre retilíneos, e direção preferencial N70-80W (Figura 21).

Também foi gerado um mapa total, com todas as direções de lineamentos juntas (Figura 22), totalizando cerca de 17.000 lineamentos.

Figura 15 – Lineamentos extraídos de direção E-W.

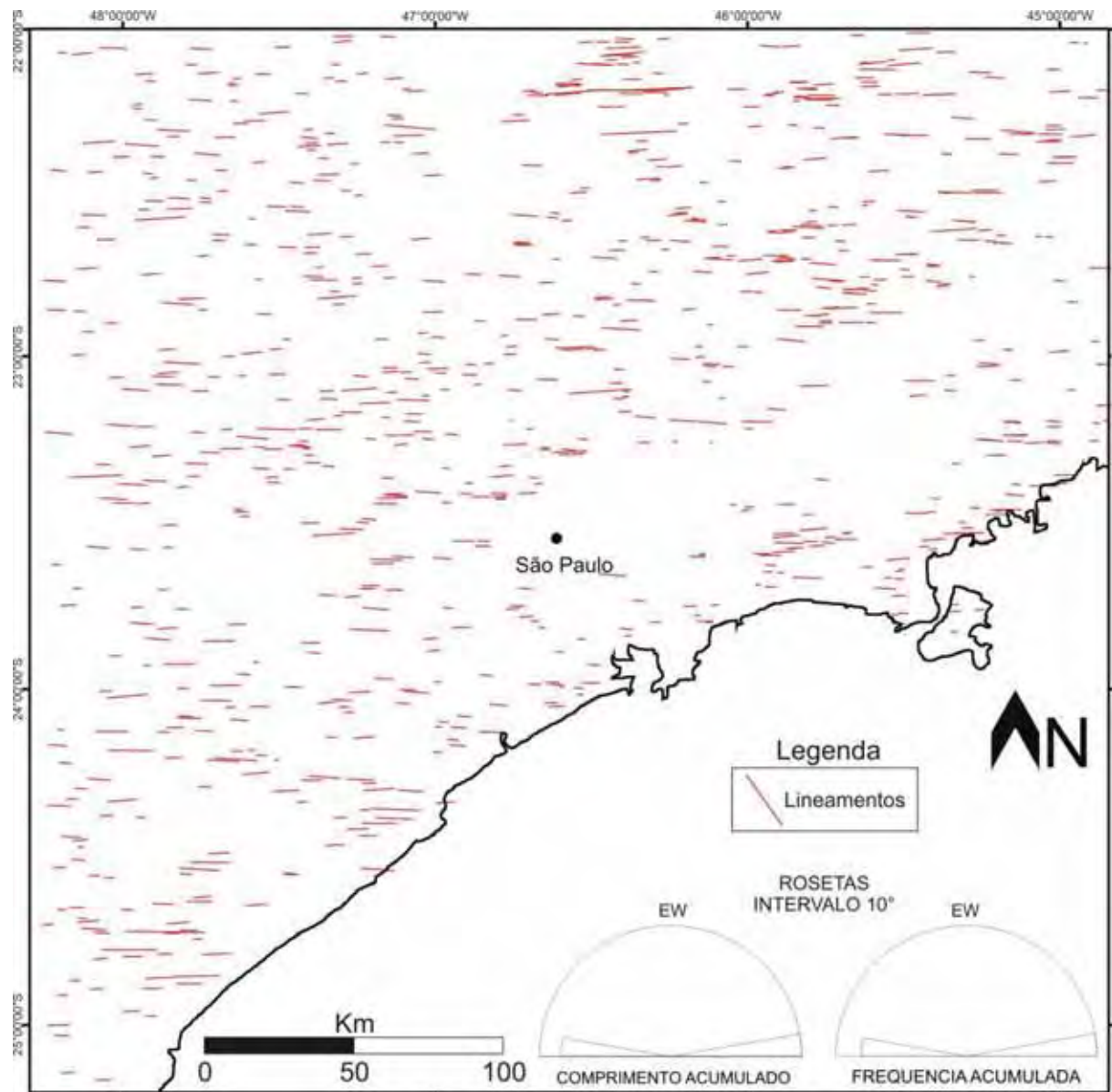


Figura 16 – Lineamentos extraídos de direção NE-SW.

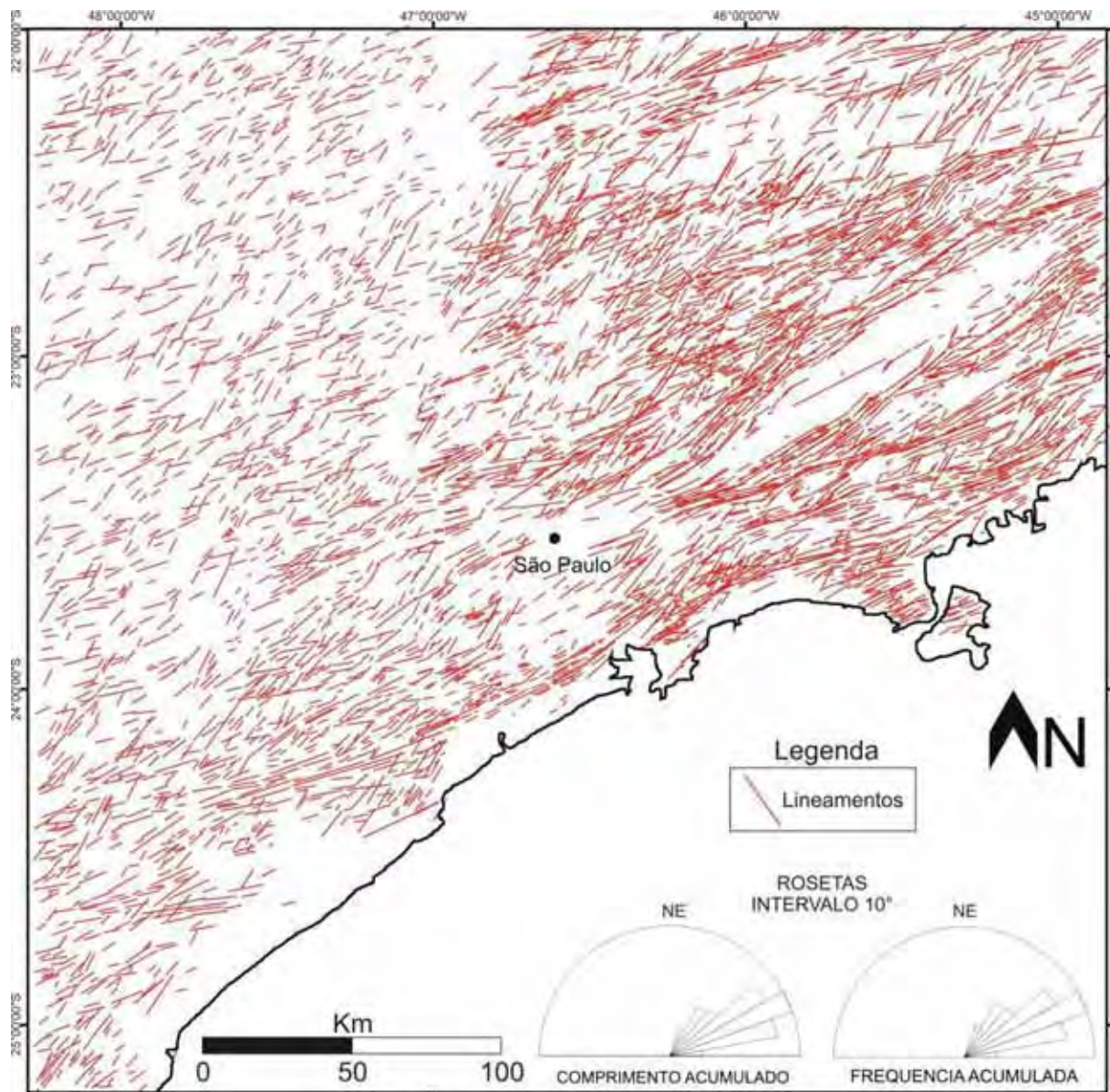


Figura 17 – Lineamentos extraídos de direção NNE-SSW.

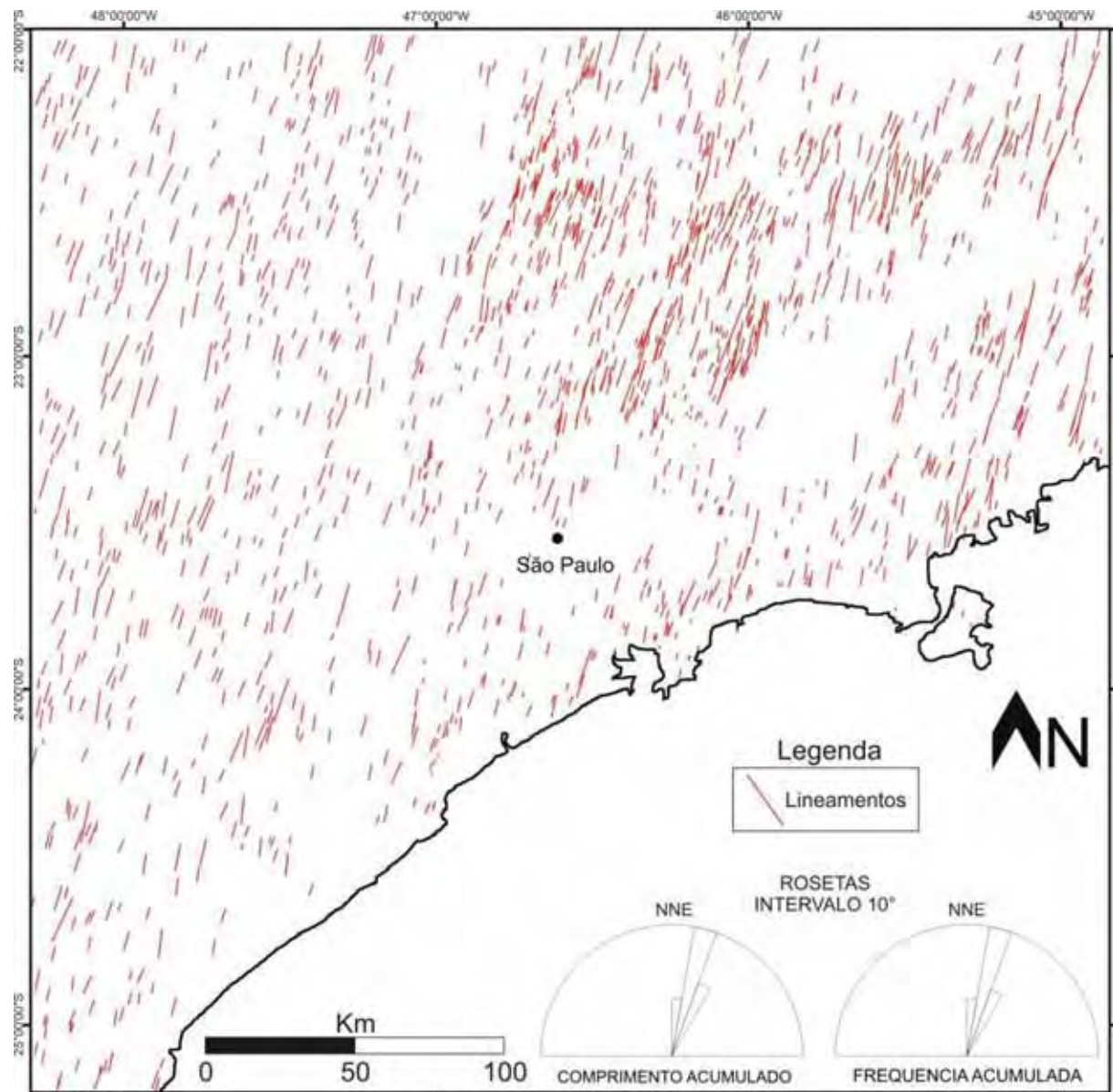


Figura 18 – Lineamentos extraídos de direção NNW-SSE.

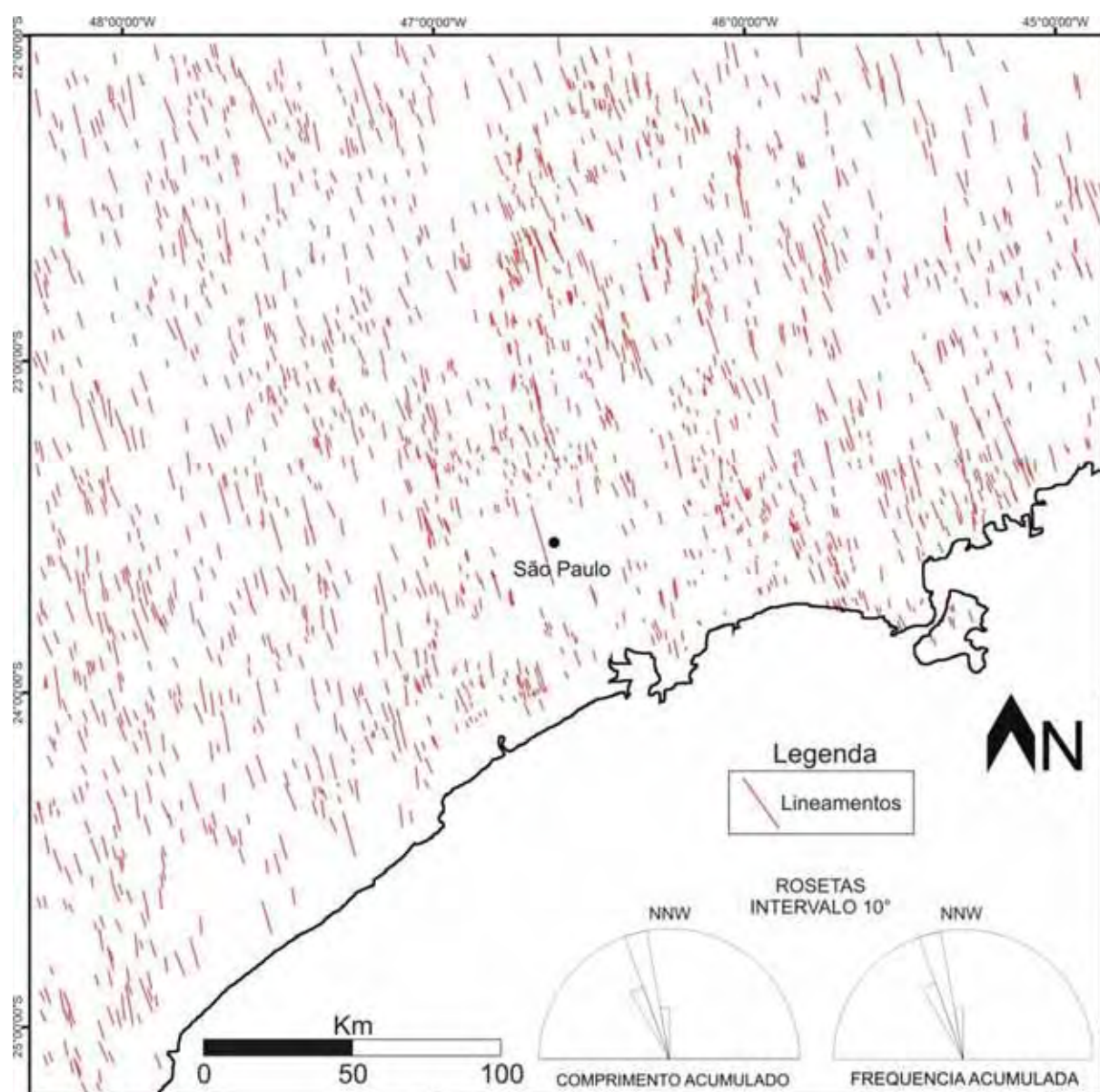


Figura 19 – Lineamentos extraídos de direção N-S.

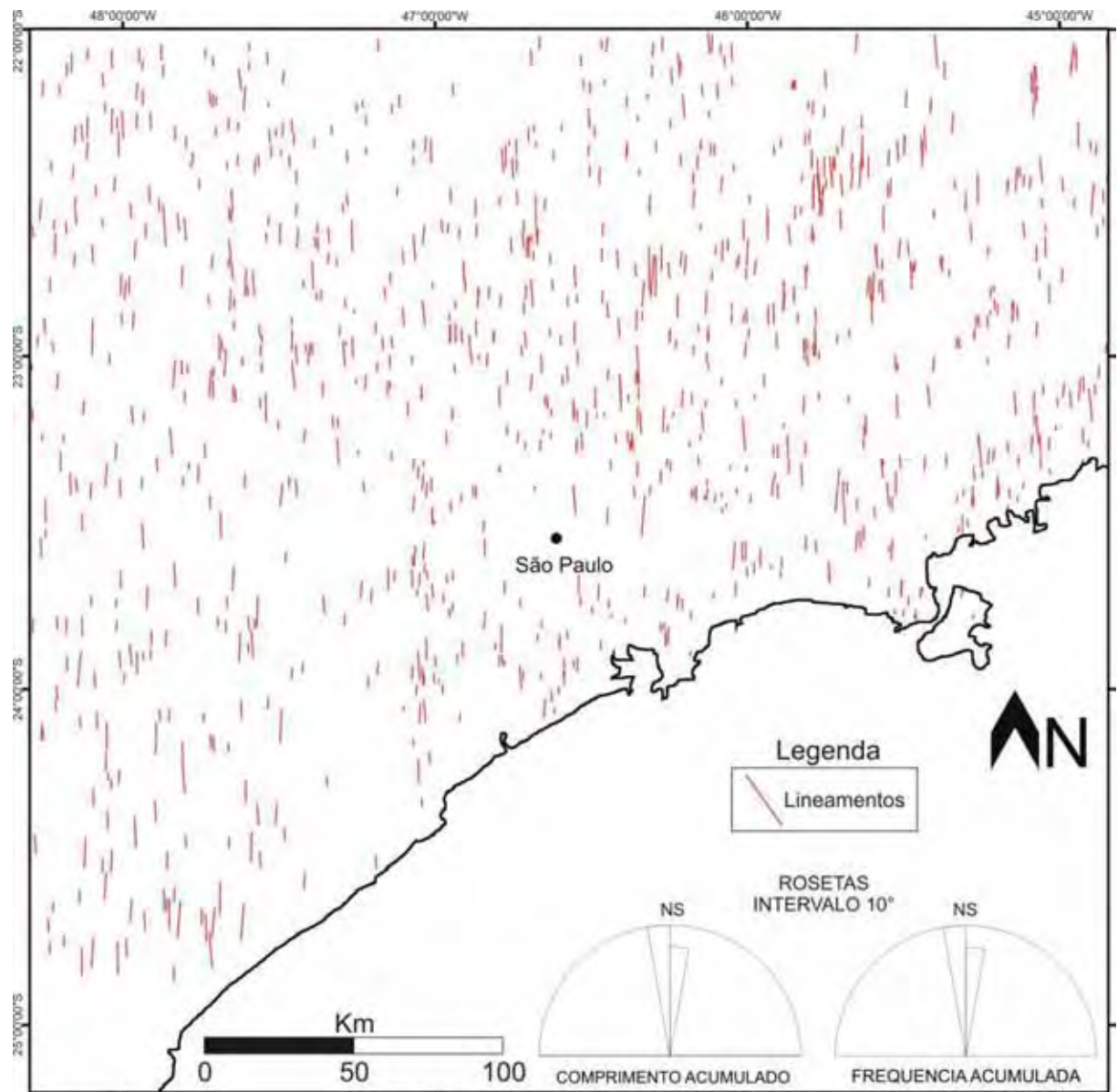


Figura 20 – Lineamentos extraídos de direção NW-SE.

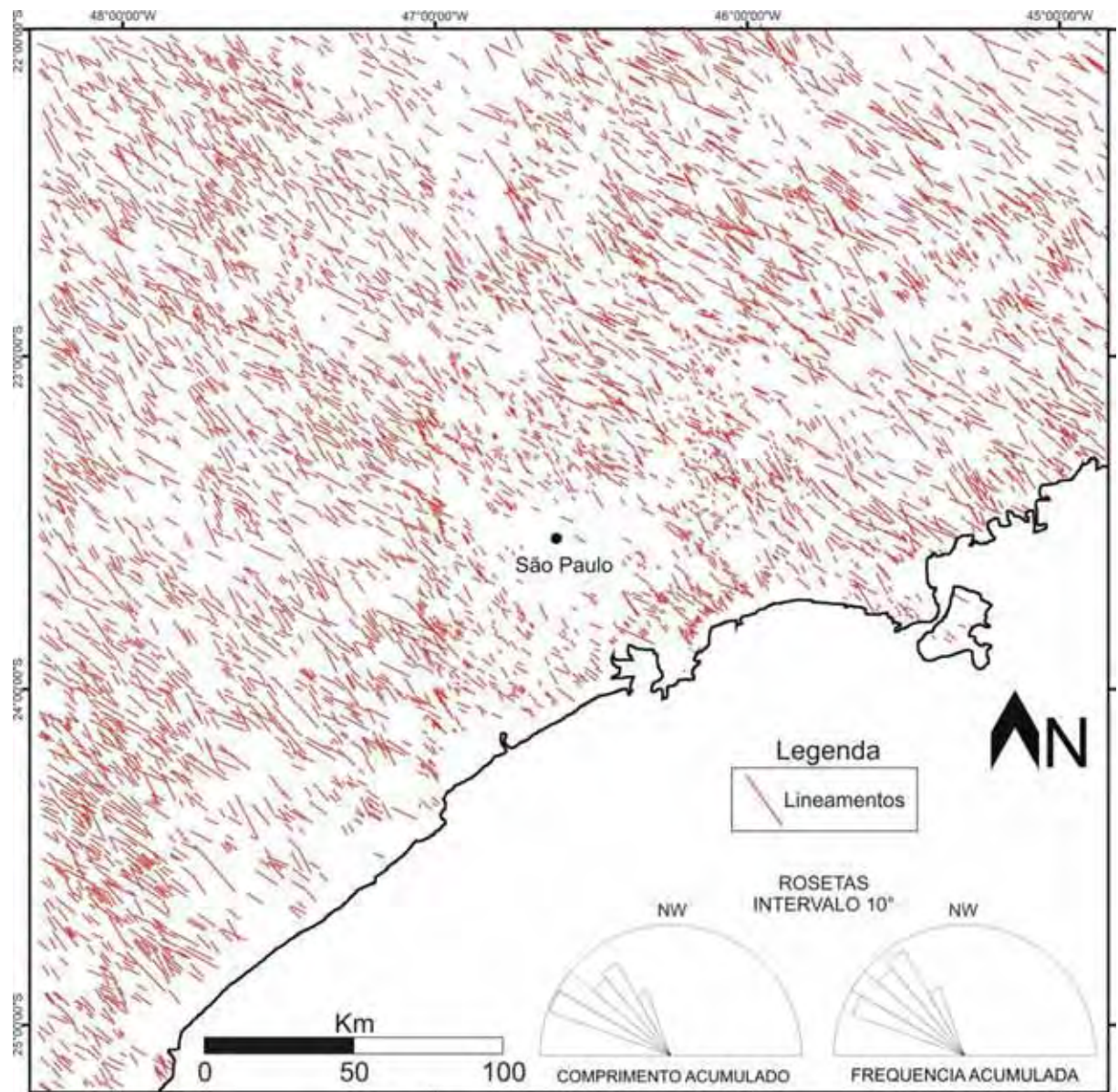


Figura 21 – Lineamentos extraídos de direção WNW-ESE.

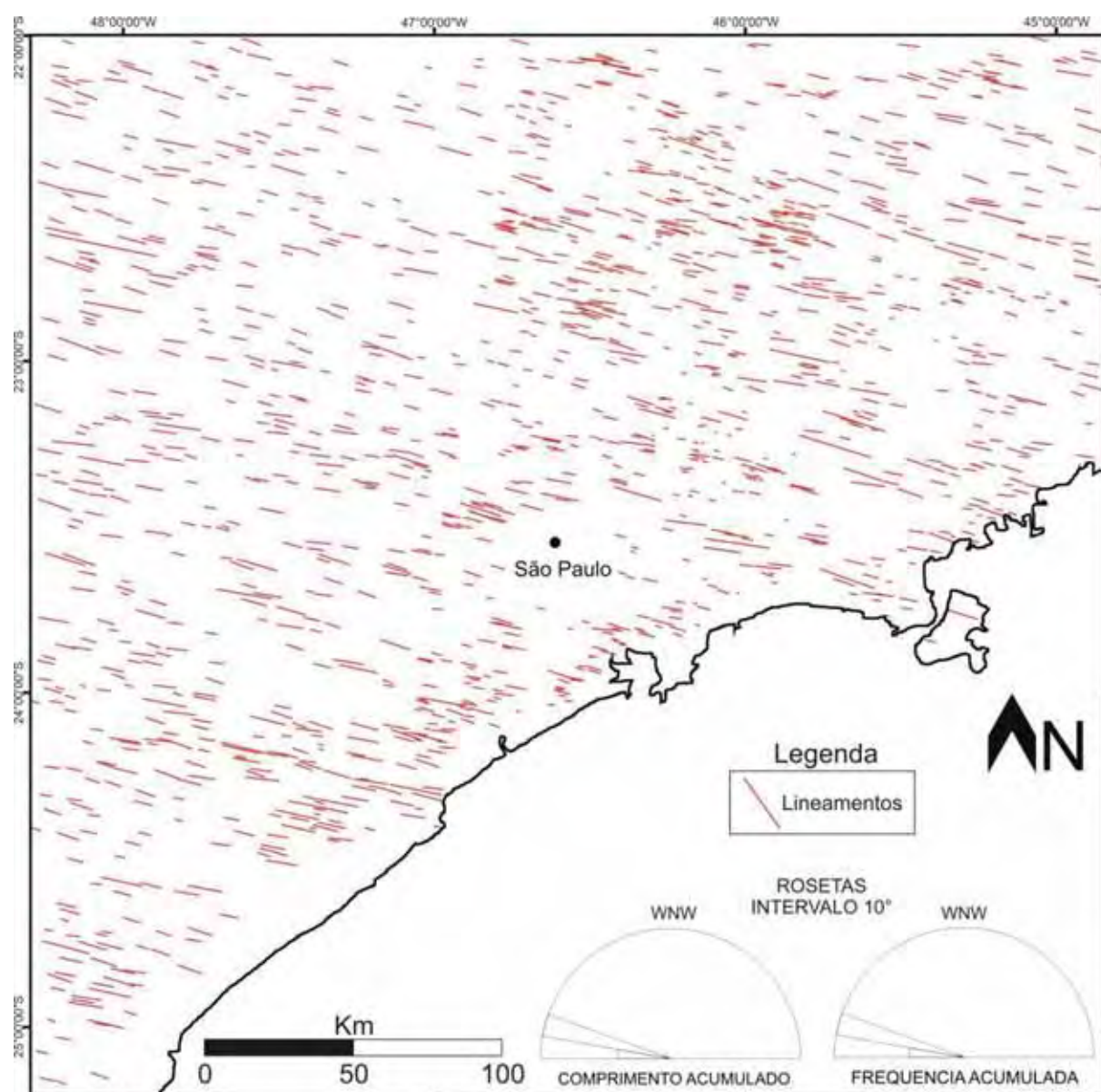
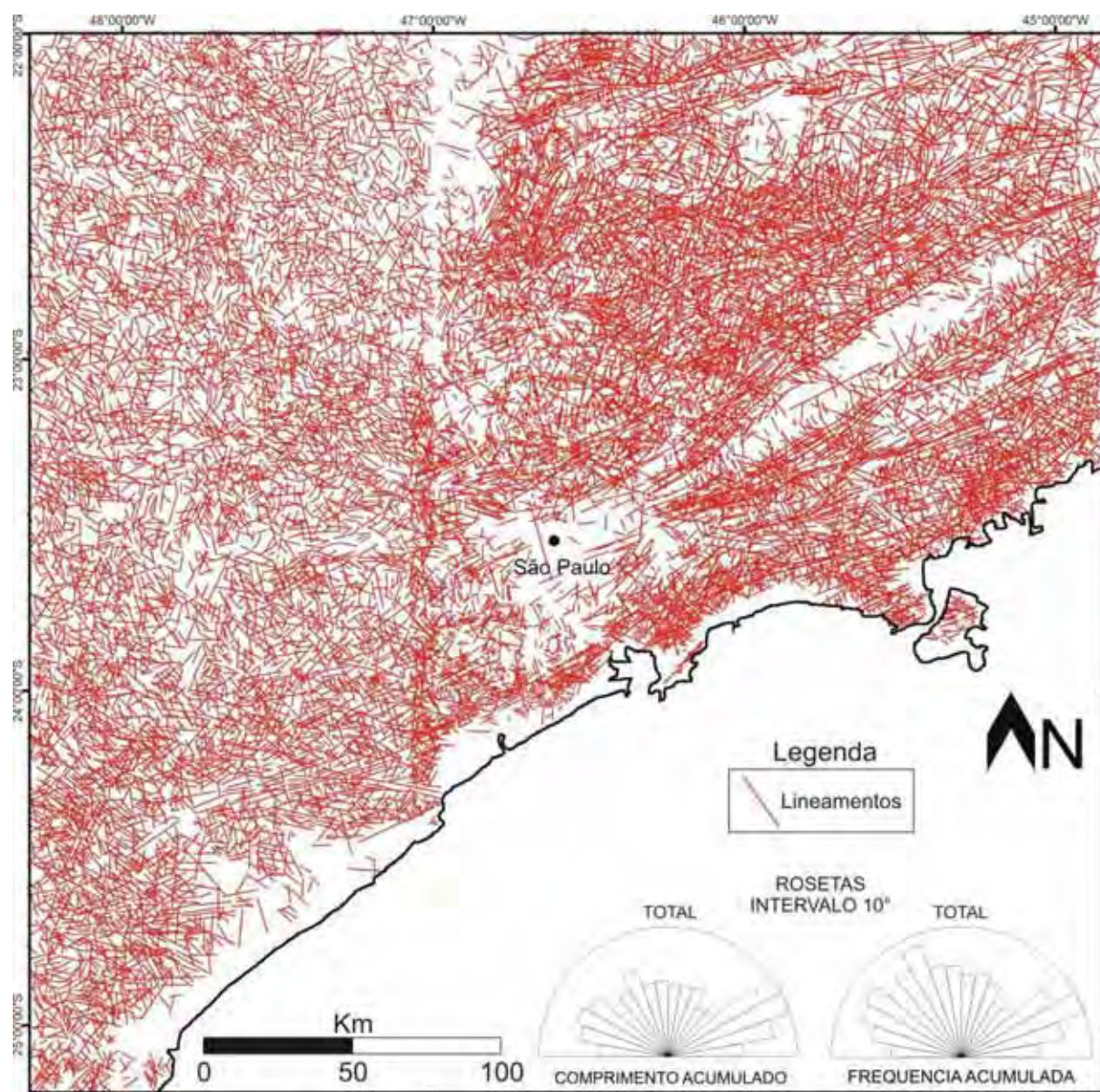


Figura 22 – Lineamentos de todas as direções juntas.



5.2 Interpretação Sísmica

Neste trabalho a sísmica de reflexão tem papel principal, sendo essencial a caracterização dos níveis estratigráficos anteriormente citados (Figura 3), uma vez que a partir deles foram gerados os mapas de contorno estrutural, para então serem comparados com as estruturas que interceptam a Bacia de Santos.

Apesar das linhas sísmicas possuírem uma boa resolução em grandes profundidades, a visualização dos níveis mais profundos como o topo do rifte e o embasamento são comumente difíceis, principalmente quando se tem uma grande espessura de sal, o que faz com que haja uma variação na velocidade das ondas sísmicas, gerando um falso resultado em porções

abaixo dela, devido a isso, algumas porções foram interpretadas segundo descrições da bibliografia e também através de observações em seções sísmicas próximas a área de estudo.

Os níveis definidos nas seções sísmicas foram escolhidos propositadamente, pois representam importantes marcos estratigráficos na Bacia de Santos, logo a maioria deles também apresenta um bom refletor sísmico, sendo assim facilitada sua correlação com as linhas sísmicas adjacentes, a seguir há uma breve descrição de cada um deles.

Embasamento: Constituído pelas rochas da Faixa Ribeira e dos basaltos da Formação Camburiú, esse intervalo aparece bastante estruturado, apresentando uma sequência de falhas normais sob a forma de sucessivos hortos e grábens. Sob o ponto de vista sísmico, é mais visível quanto mais próximo da costa, uma vez que na porção distal a grande quantidade de sedimentos sotopostos a ele faz com que sua resposta sísmica seja quase sempre sob a forma de sinais fracos.

Topo do rifte: Composto pelas rochas do intervalo rifte da bacia, eles possuem boa resolução, principalmente em sua porção superior, onde se limitam com o sal, ou com os sedimentos de ambiente transicional de idade albiana. Seu rastreamento em geral é fácil em todas as seções sísmicas, tanto nas porções proximais quanto nas distais, e quase sempre possuem mesma topografia do embasamento.

Topo da Formação Ariri: Corresponde aos sedimentos evaporíticos da bacia, que geralmente encontram-se fortemente deformados e deslocados devido à alta plasticidade que o sal possui. Sismicamente seu sinal possui grande interferência, o que de certo modo o diferencia facilmente das rochas acima e abaixo dela. Geralmente possui maior espessura em porções mais distais da bacia, gerando várias feições de halocinese, como diápiros e muralhas de sal.

Albiano: Marcam o início dos sedimentos da sequência marinha, sua resposta sísmica é de fácil rastreamento, e se restringe às porções proximais da bacia, não chegando às grandes muralhas de sal nas porções mais distais, uma vez que seus sedimentos foram depositados em águas rasas e proximais.

Eosantoniano: Representa os sedimentos gerados durante a subida do Serra do Mar, sendo composto por um espesso pacote de sedimentos de fácil rastreamento em quase todas as seções sísmicas.

Eocampaniano: Representa assim como no Santoniano, sedimentos gerados durante a subida da Serra do Mar, possuindo cunhas clásticas progradantes. Seu refletor sísmico também é de fácil reconhecimento na maioria das seções.

Topo do Cretáceo: Possui refletores sísmicos de variadas intensidades, e seu rastreamento é visualizado em todas as seções sísmicas, desde a charneira cretácea até as porções mais distais da bacia.

Eoeoceno: Esse intervalo é facilmente reconhecido em todas as seções sísmicas, sendo que sua tipografia é bem parecida com a do topo do Cretáceo, entretanto, marca o fim das cunhas progradantes, passando para um regime de transgressão.

Mesomioceno: É o melhor e mais evidente refletor sísmico da bacia, bem visível em todas as seções, apresenta-se quase sempre pouco estruturado, exceto quando há acomodação pós-sal, o que gera falhamentos acima dos domos, ou então se encaixam entre as mini bacias geradas pelas muralhas de sal.

5.2.1 Seções de Direção Dip

Nas seções *dip*, que são as que acompanham os mergulhos das camadas da bacia, ou perpendiculares a linha de costa, são as mais apropriadas para se analisar a evolução das cunhas clásticas e também a estruturação basal da bacia.

Nessas seções (Ver apêndices 2, 7, 8, 9 e 10, e Figuras 23, 24, 25, 26 e 27) notam-se facilmente as falhas normais sintéticas e antitéticas principalmente do embasamento, constituindo uma sequencia de hortas e grábens. Observa-se também a progradação das camadas, bem como os diápiros e muralhas de sal que por vezes geram mini bacias, onde abrigam os sedimentos mais jovens que ele. Também são visíveis as falhas de acomodação pós-sal, onde feixes de falhas partem geralmente dos picos ou laterais dos diápiros, cortando as rochas mais jovens que ela.

Figura 23 – Seção de direção dip, BB' (0248_0033).

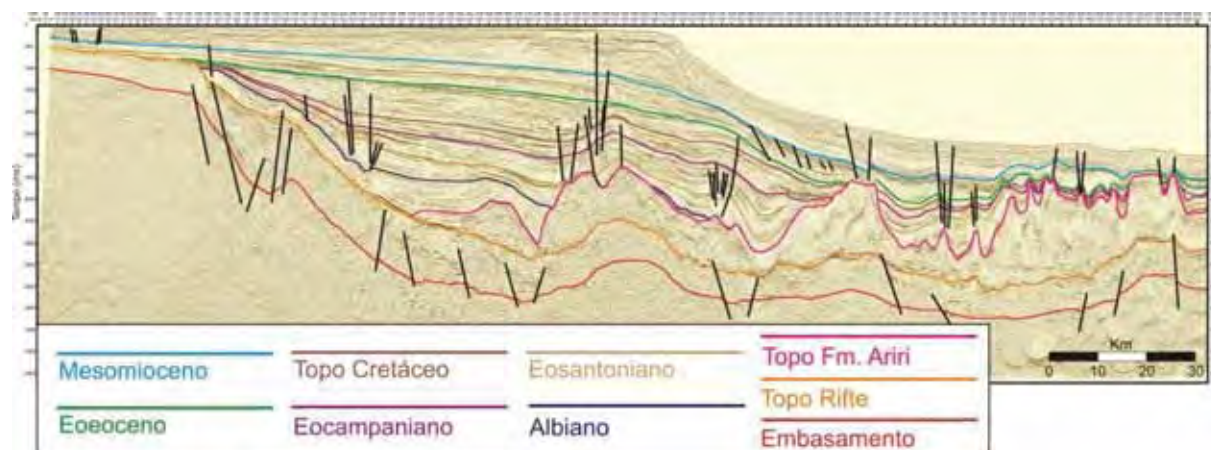


Figura 24 – Seção de direção dip, II' (0247_0068).

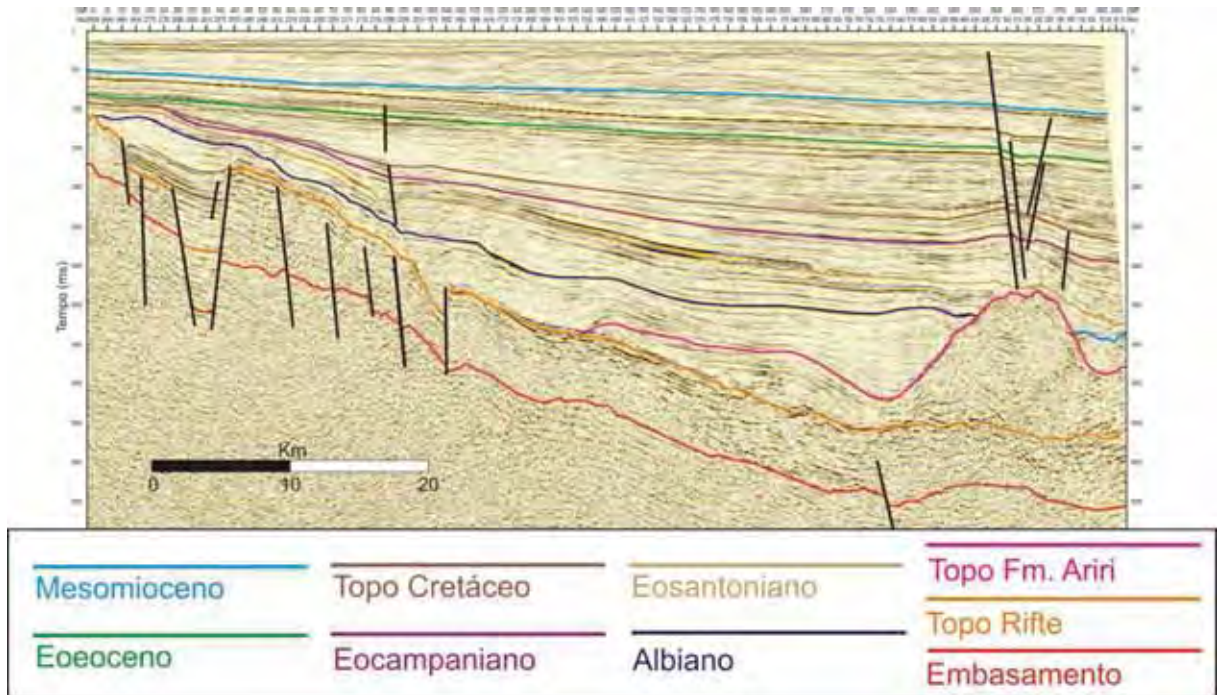


Figura 25 – Seção de direção dip, GG' (0222_0124).

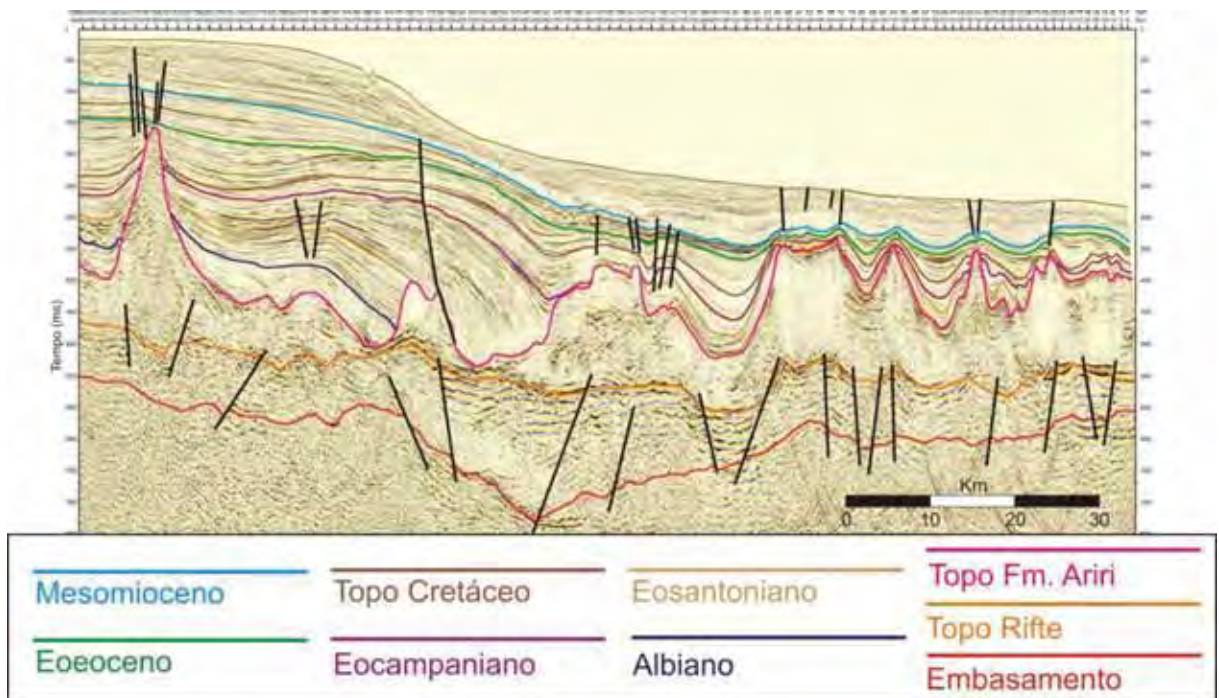


Figura 26 – Seção de direção dip, JJ' (0248_0025).

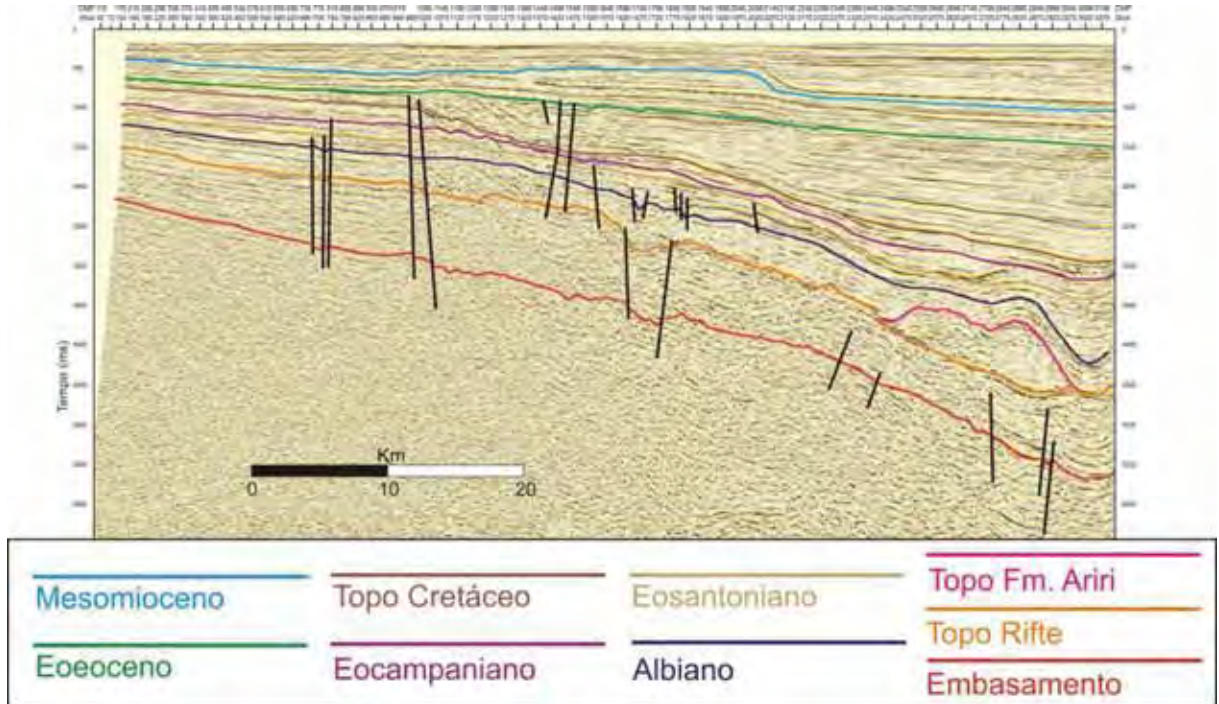
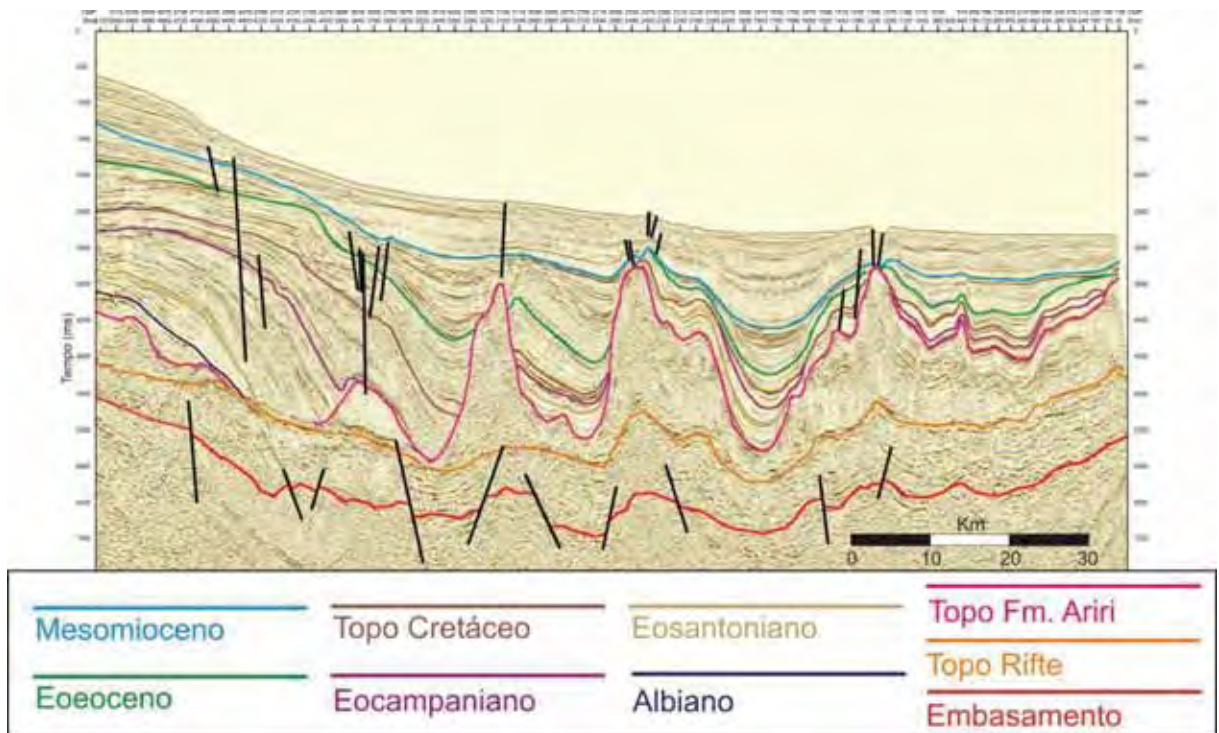


Figura 27 – Seção de direção dip, HH' (0248_0026).



5.2.2 Seções de Direção Strike

As seções do tipo *strike* são as linhas paralelas a linhas de costa, portanto ideais para observar as espessuras das camadas e também observar as principais estruturas como falhas de transferência dentro da bacia.

Nessas linhas (Ver apêndices 1, 3, 4, 5 e 6, e Figuras 28, 29, 30, 31 e 32) é possível notar também falhamentos no embasamento, quase sempre normais, entretanto essas são mais verticalizadas do que as da direção *dip* pois geralmente representam zonas de transcorrência. Também se notam falhas de acomodação pós-sal, sob a forma de feixes de falhas normais imediatamente acima dos picos dos diápiros de sal.

Figura 28 – Seção de direção strike, AA' (0248_0097).

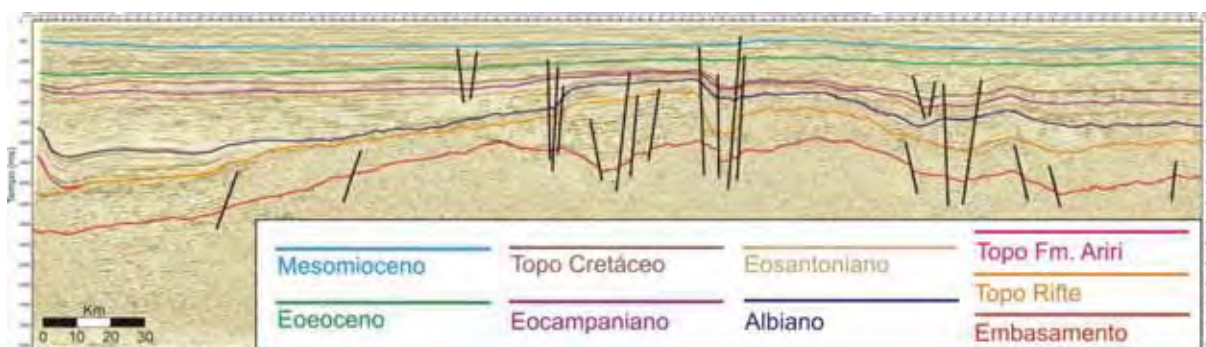


Figura 29 – Seção de direção strike, FF' (0241_0486).

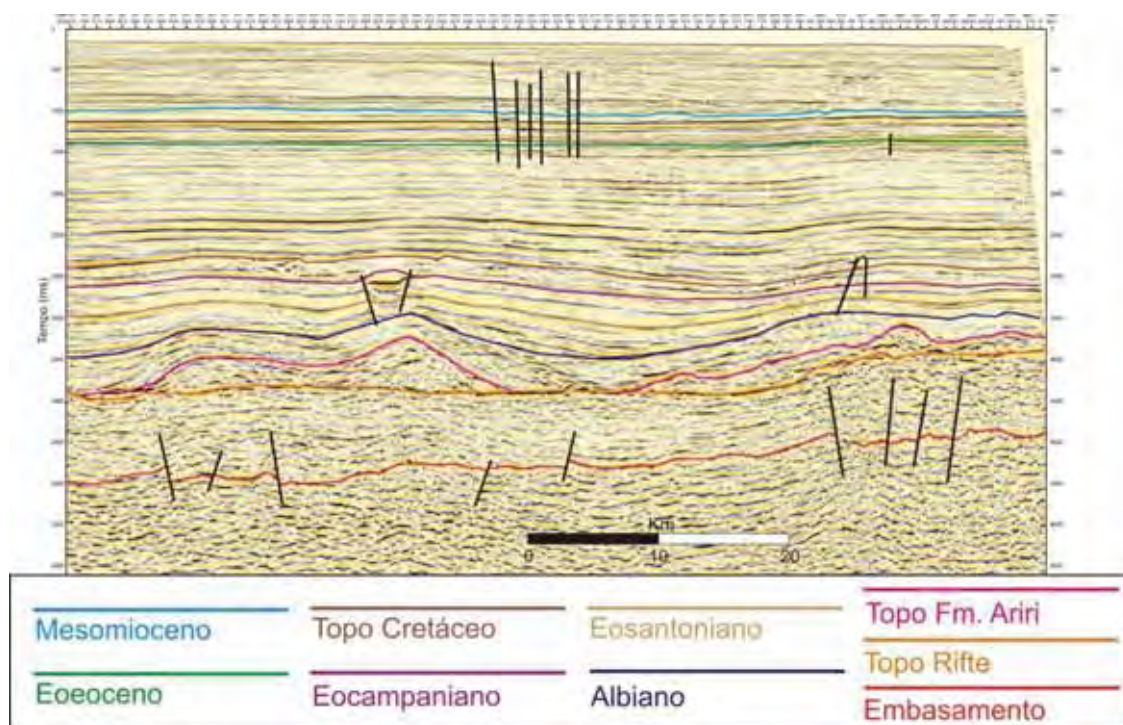


Figura 30 – Seção de direção strike, CC' (0034_0022).

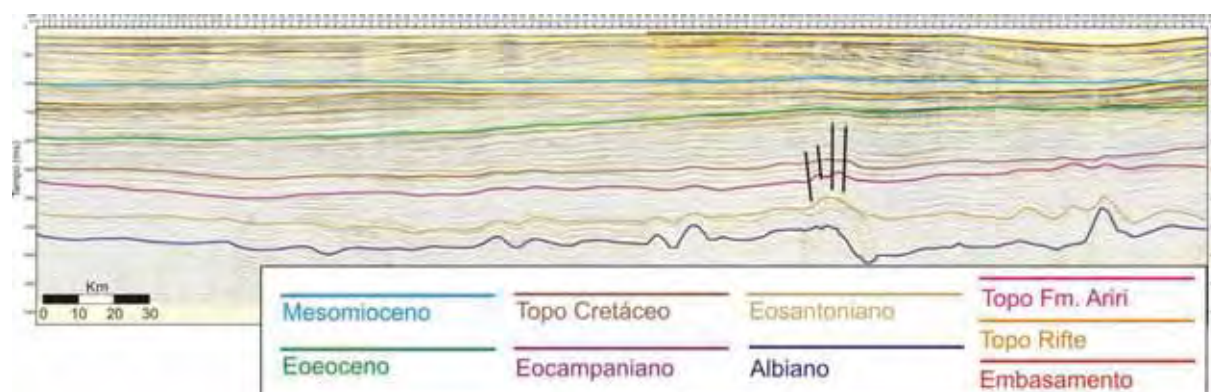


Figura 31 – Seção de direção strike, EE' (0241_0495).

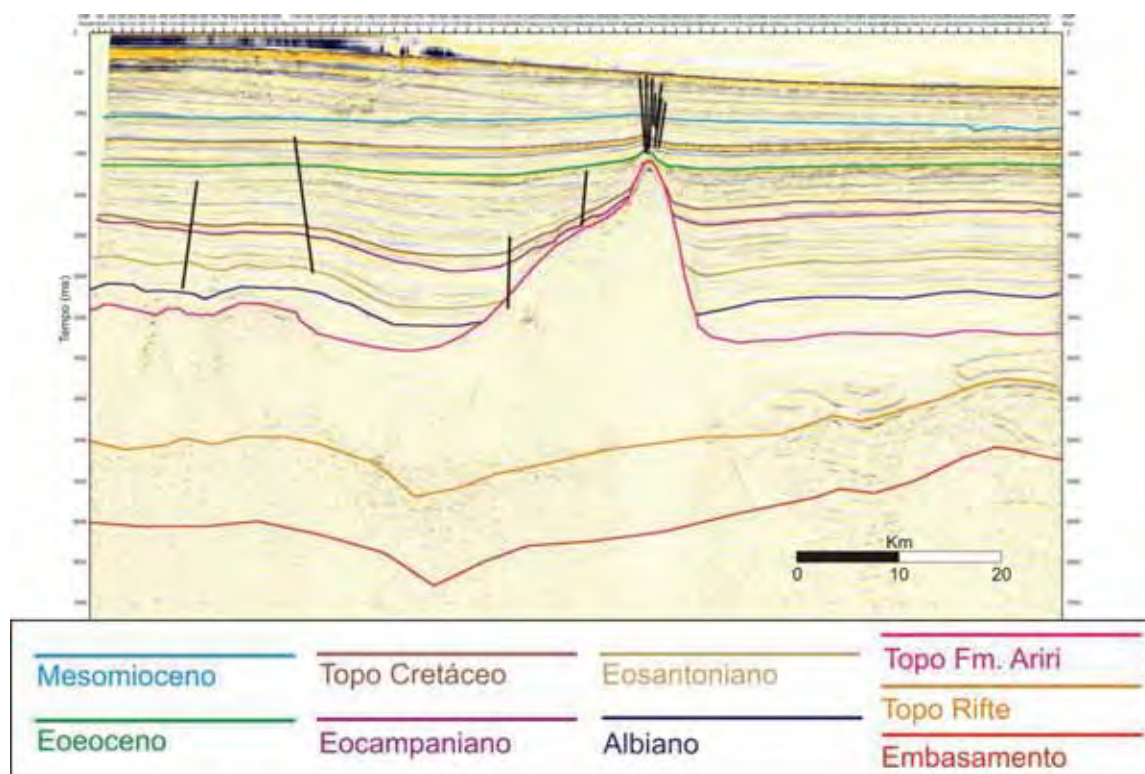
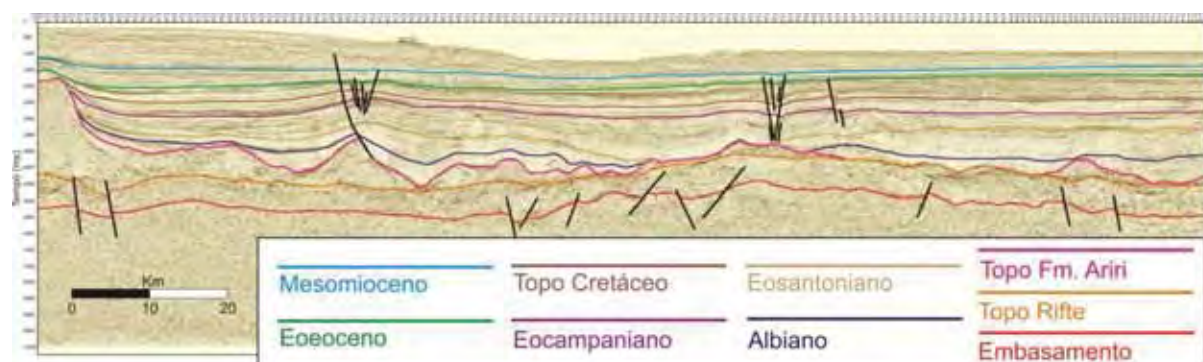


Figura 32 – Seção de direção strike, DD' (0222_0115).



As seções do tipo *strike* também podem ser utilizadas para se correlacionar suas estruturas com os traços regionais que partem do continente, desse modo foram inferidos as projeções dos lineamentos Paranapanema, Cruzeiro do Sul e mais duas falhas de transferências reconhecidas por Souza (2008), denominadas de FT-1 e FT-2, todas elas interceptam a Bacia de Santos na região onde se localizam as linhas sísmicas, logo é possível analisar sua influência sobre elas (Figuras 33, 34 e 35). Além das 10 linhas utilizadas neste trabalho, também foram utilizadas mais duas linhas sísmicas interpretadas por Izeli (2008), (seções 0248_0107 e 0231_1331) e mais duas linhas interpretadas por Souza (2008), (seções 0222_0107 e 0222_0102).

Figura 33 – Seções de direção strike que interceptam o Lineamento de Capricórnio.

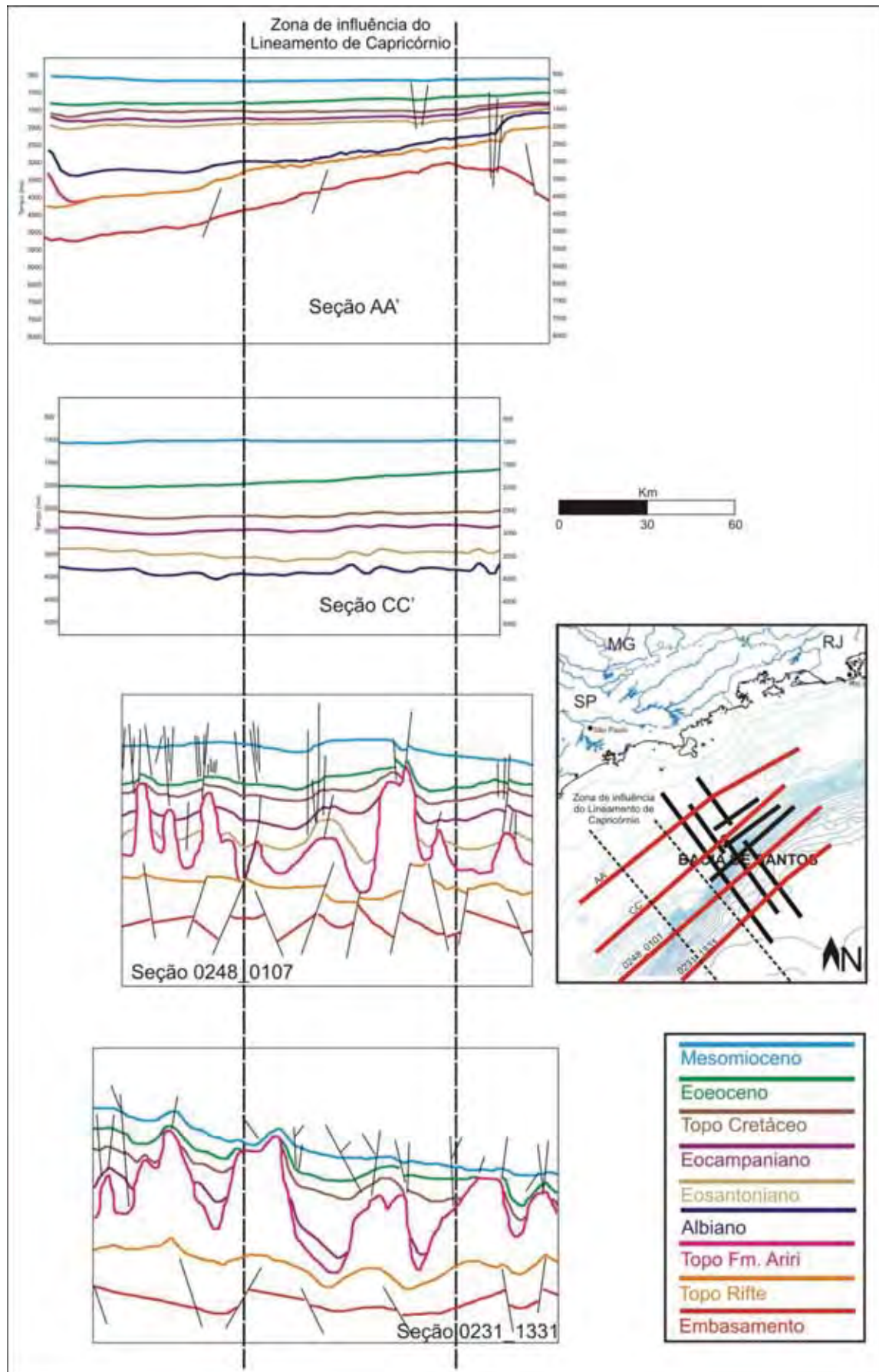


Figura 34 – Seções de direção strike que interceptam as falhas de transferência FT-1 e FT-2.

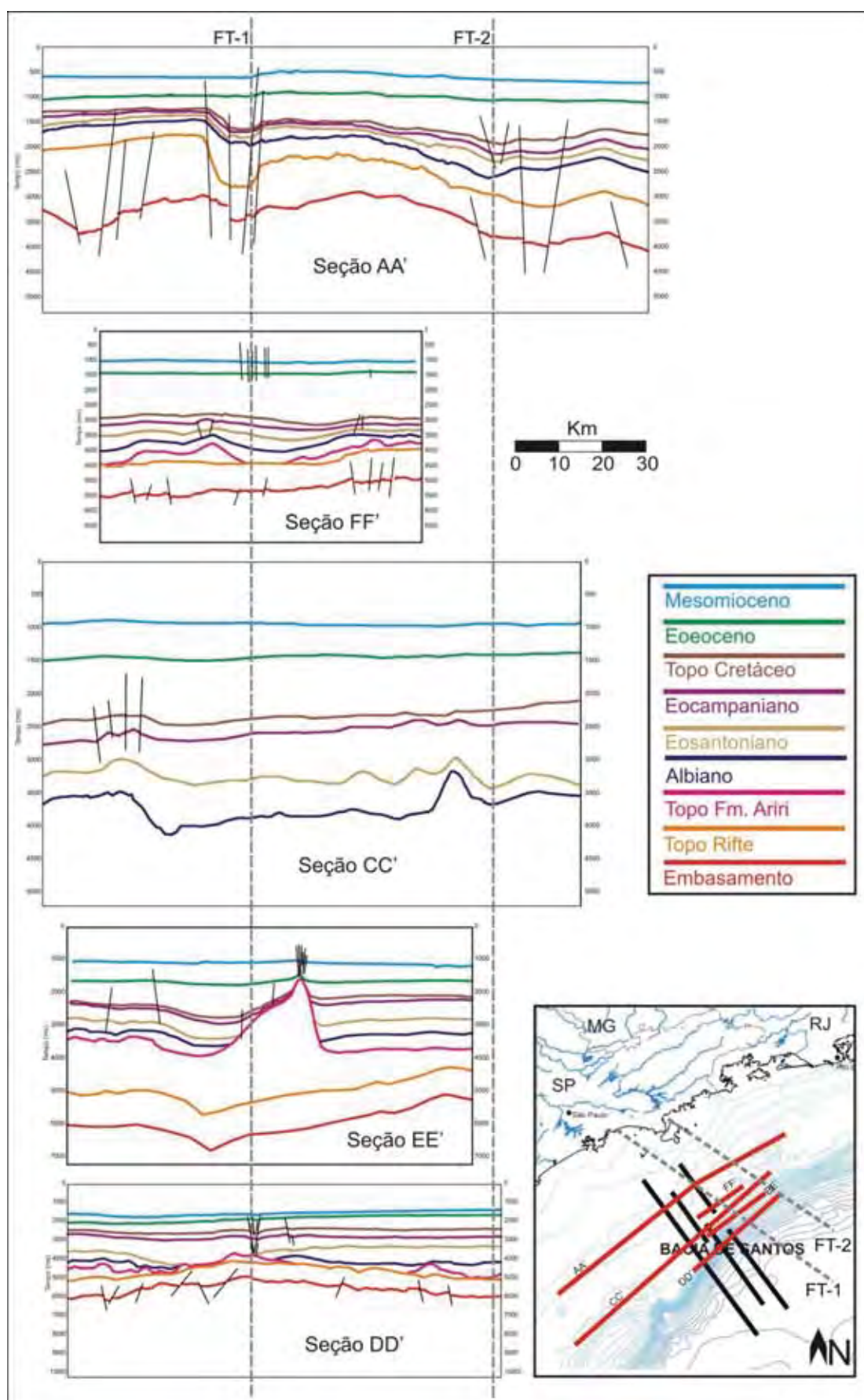
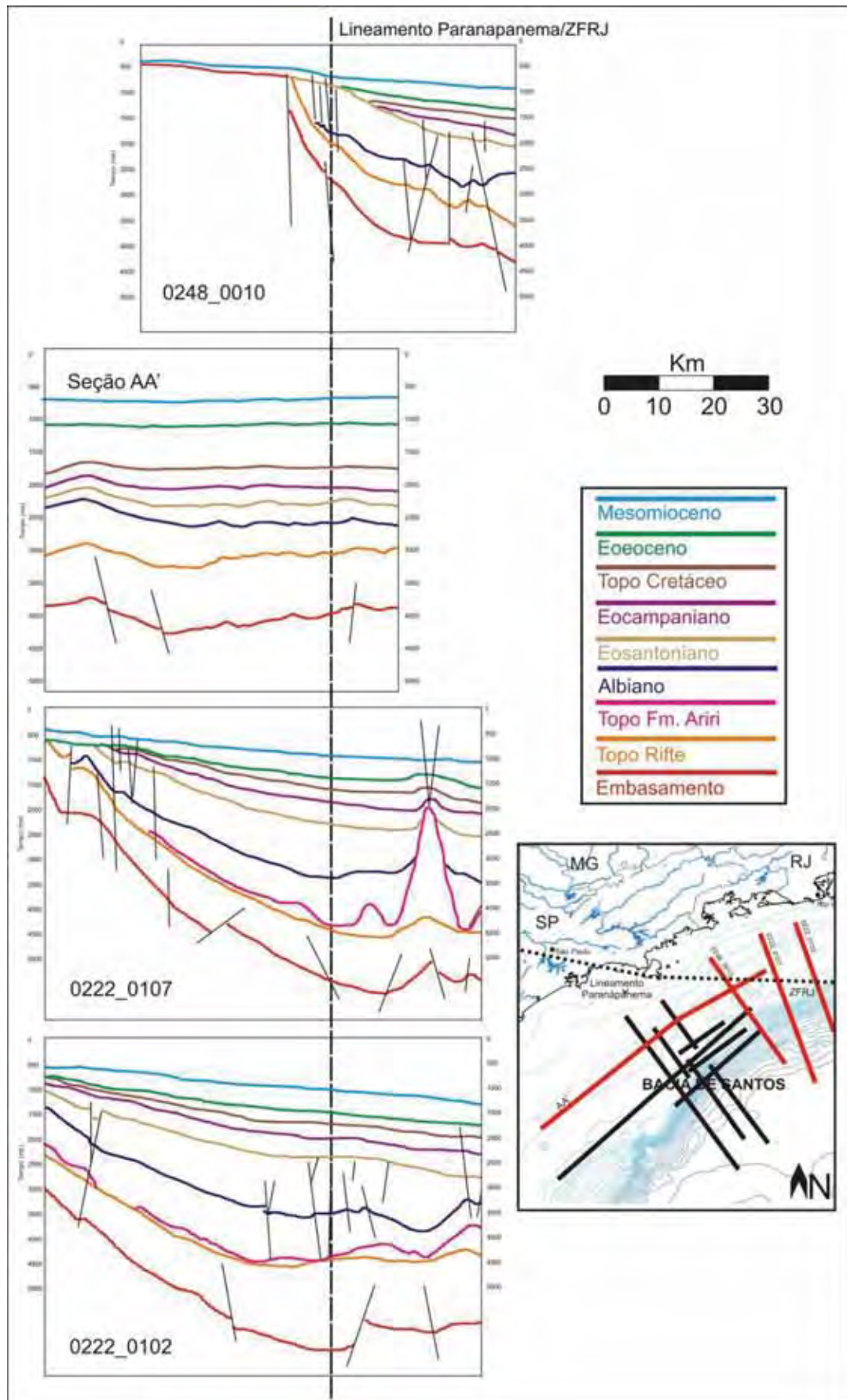


Figura 35 – Seções de direção strike que interceptam o Lineamento Paranapanema.



5.3 Geração de Mapas de Contorno Estrutural

Após a interpretação total das dez linhas sísmicas, foram gerados mapas de contorno estrutural para cada nível interpretado (Figura 3), esses dados foram sobrepostos as direções das principais estruturas de interesse a esse trabalho, de forma que seja possível visualizar a influência em diversos estágios de evolução da bacia.

Infelizmente o pequeno número de seções sísmicas não fornece um resultado muito confiável nas porções um pouco mais distante dele, de forma que os softwares extrapolam os dados matematicamente, sendo assim é possível que eles não correspondam a realidade nas regiões onde o adensamento das seções sísmicas não é tão expressivo.

O Lineamento de Capricórnio apresenta-se como a principal feição estrutural da região centro sul da Bacia de Santos, porém sua influência nos mapas de contorno estrutural (Figuras 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 e 45) é um pouco mais discreta, pois há poucas linhas sísmicas próximas a ela, o que deixa o resultado final sem grande detalhamento. Entretanto nota-se um controle estrutural sutil ligada a ele, que é uma depressão imediatamente ao lado de seu limite nordeste.

As falhas de transferência FT-1 e FT-2 definidas por Souza (2008) também foram reconhecidas neste trabalho, elas são caracterizadas por falhas normais (Figura 32) que afetaram por vezes até as camadas mais jovens do Cenozóico, indicando uma possível reativação de falhas em um sistema estrutural pretérito. Nos mapas de contorno estrutural (Figuras 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 e 43) elas aparecem controlando um discreto alto topográfico na porção nordeste, e uma depressão na porção sudoeste que se prolonga até o Lineamento de Capricórnio.

O Lineamento Paranapanema/Zona de Fratura do Rio de Janeiro também teve seus resultados prejudicados no mapa de contorno estrutural, pois ha pouca quantidade de dados próxima a ela, entretanto nota-se uma tendência da direção da quebra da plataforma seguindo sua direção aproximada E-W (Figuras 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 e 43). Nota-se também que sua projeção nas linhas sísmicas (Figura 33) acarreta em geral em falhas bastante verticalizadas, indicando uma possível zona de transcorrência, atuando como uma zona de transferência dentro da Bacia de Santos.

Figura 36 – Mapa de contorno estrutural do embasamento, na forma de isolinhas (A) e em terceira dimensão (B), e a localização das principais estruturas abordadas neste trabalho.

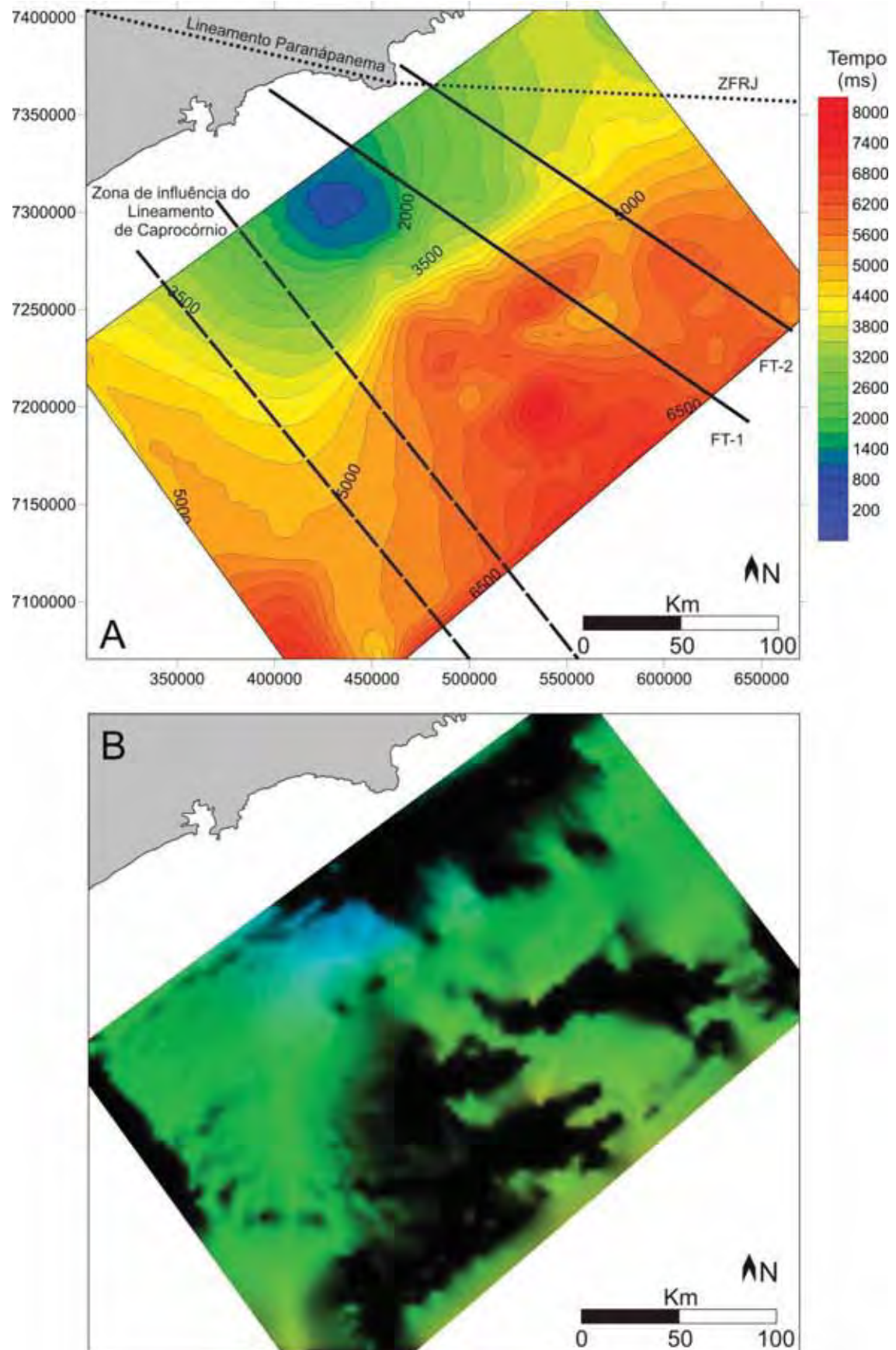


Figura 37 – Mapa de contorno estrutural do topo do rifte, na forma de isolinhas (A) e em terceira dimensão (B), e a localização das principais estruturas abordadas neste trabalho.

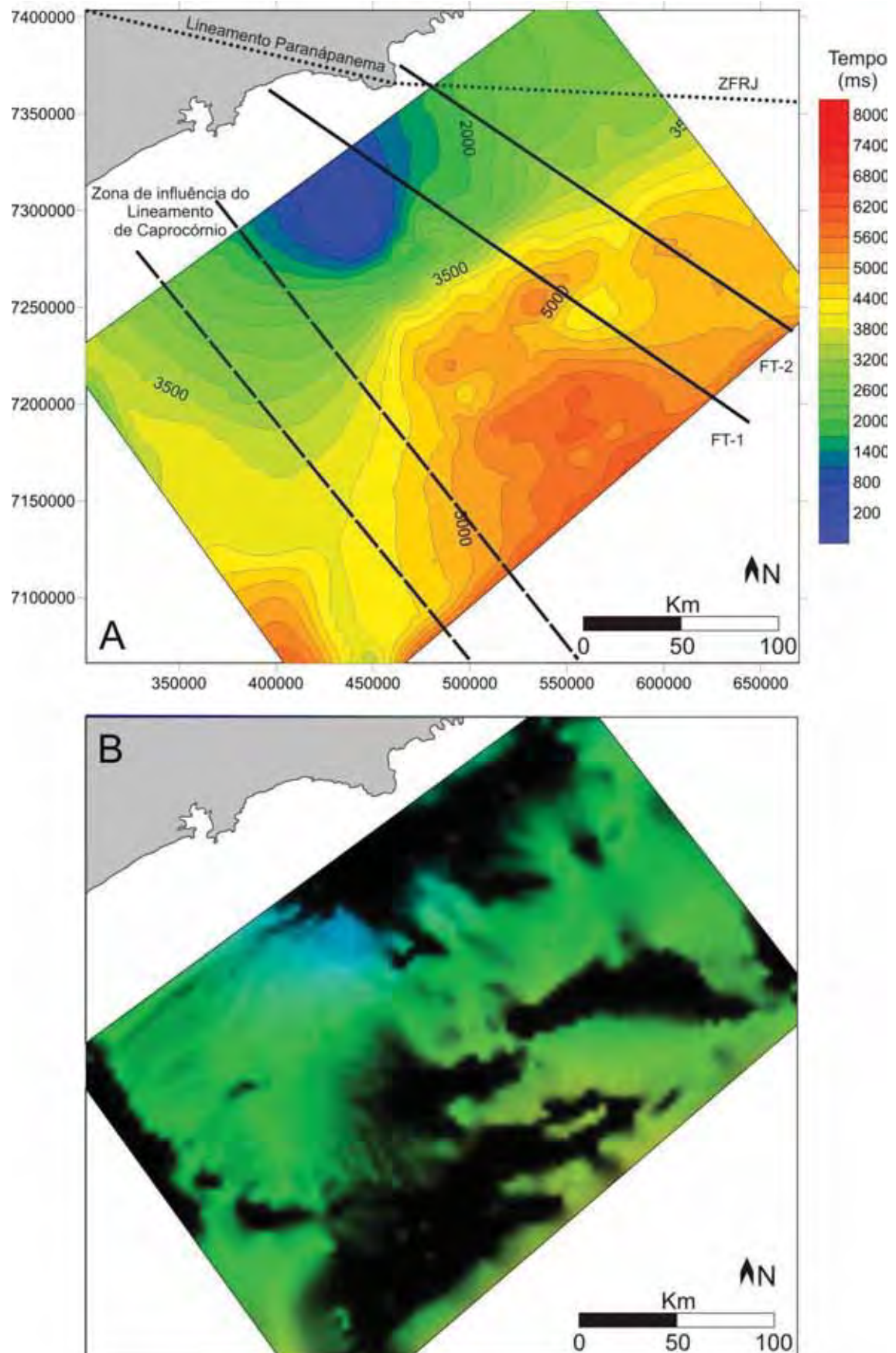


Figura 38 – Mapa de contorno estrutural do topo do sal, na forma de isolinhas (A) e em terceira dimensão (B), e a localização das principais estruturas abordadas neste trabalho.

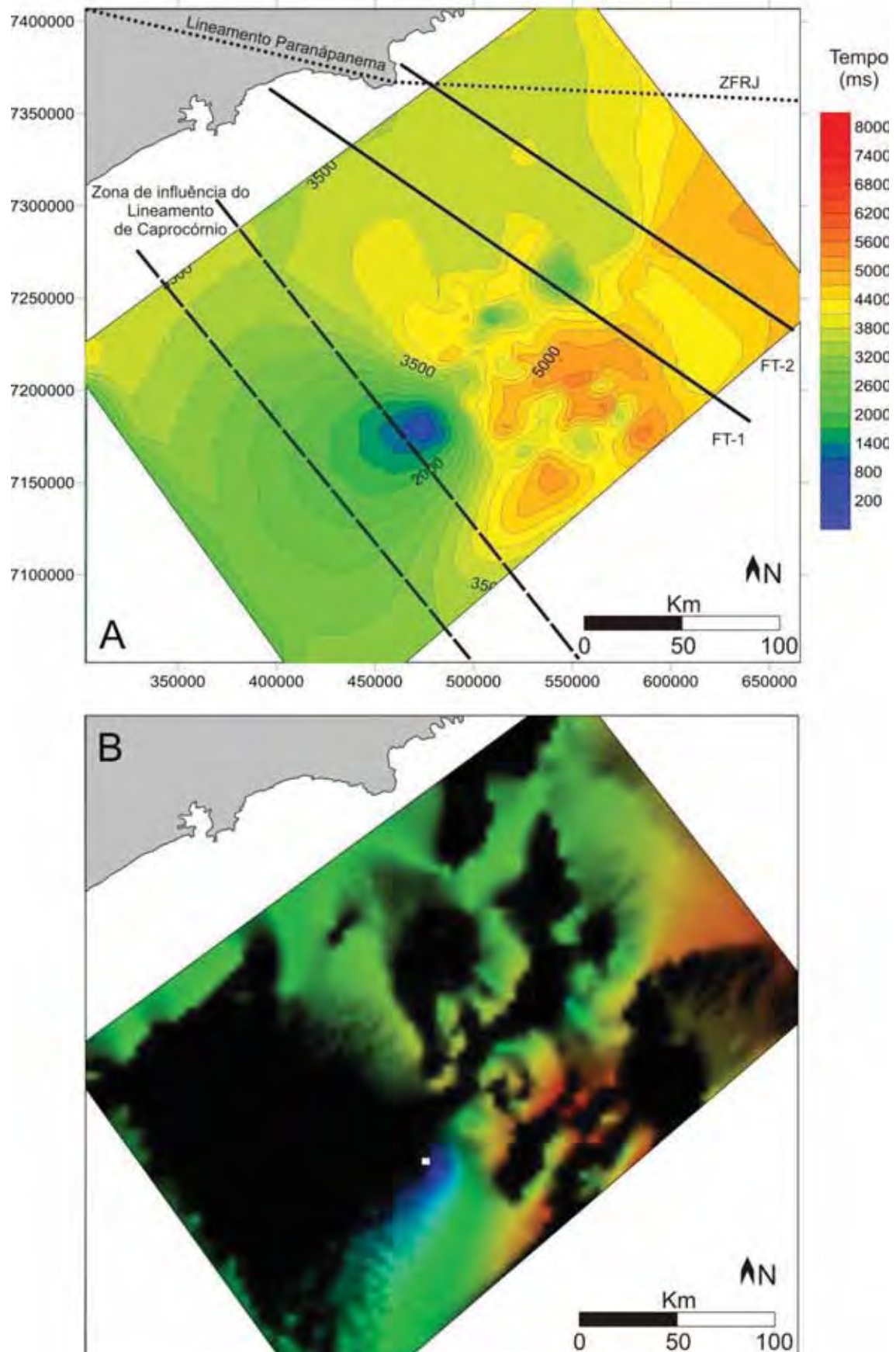


Figura 39 – Mapa de contorno estrutural do Albiano, na forma de isolinhas (A) e em terceira dimensão (B), e a localização das principais estruturas abordadas neste trabalho.

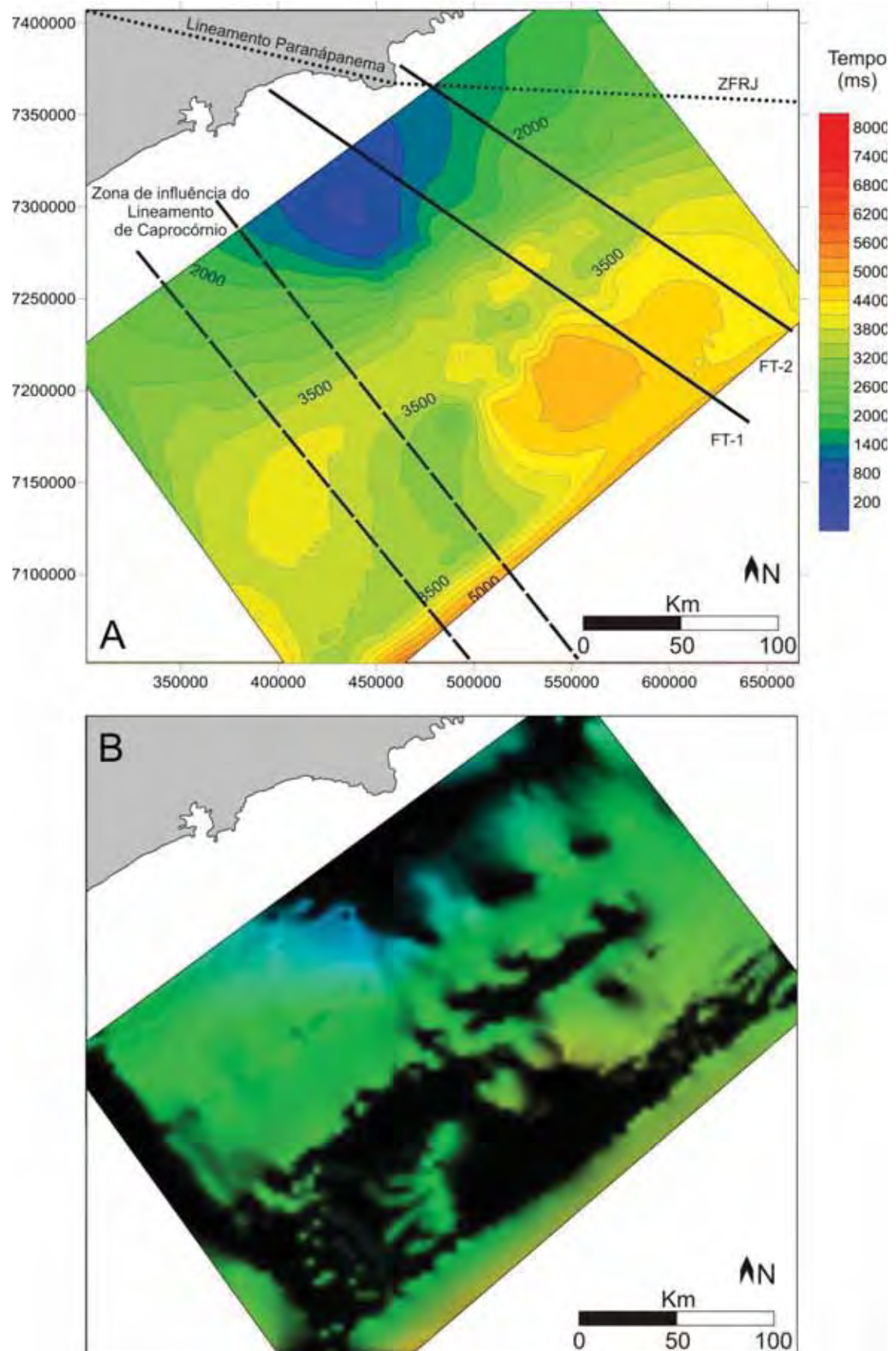


Figura 40 – Mapa de contorno estrutural do Eosantoniano, na forma de isolinhas (A) e em terceira dimensão (B), e a localização das principais estruturas abordadas neste trabalho.

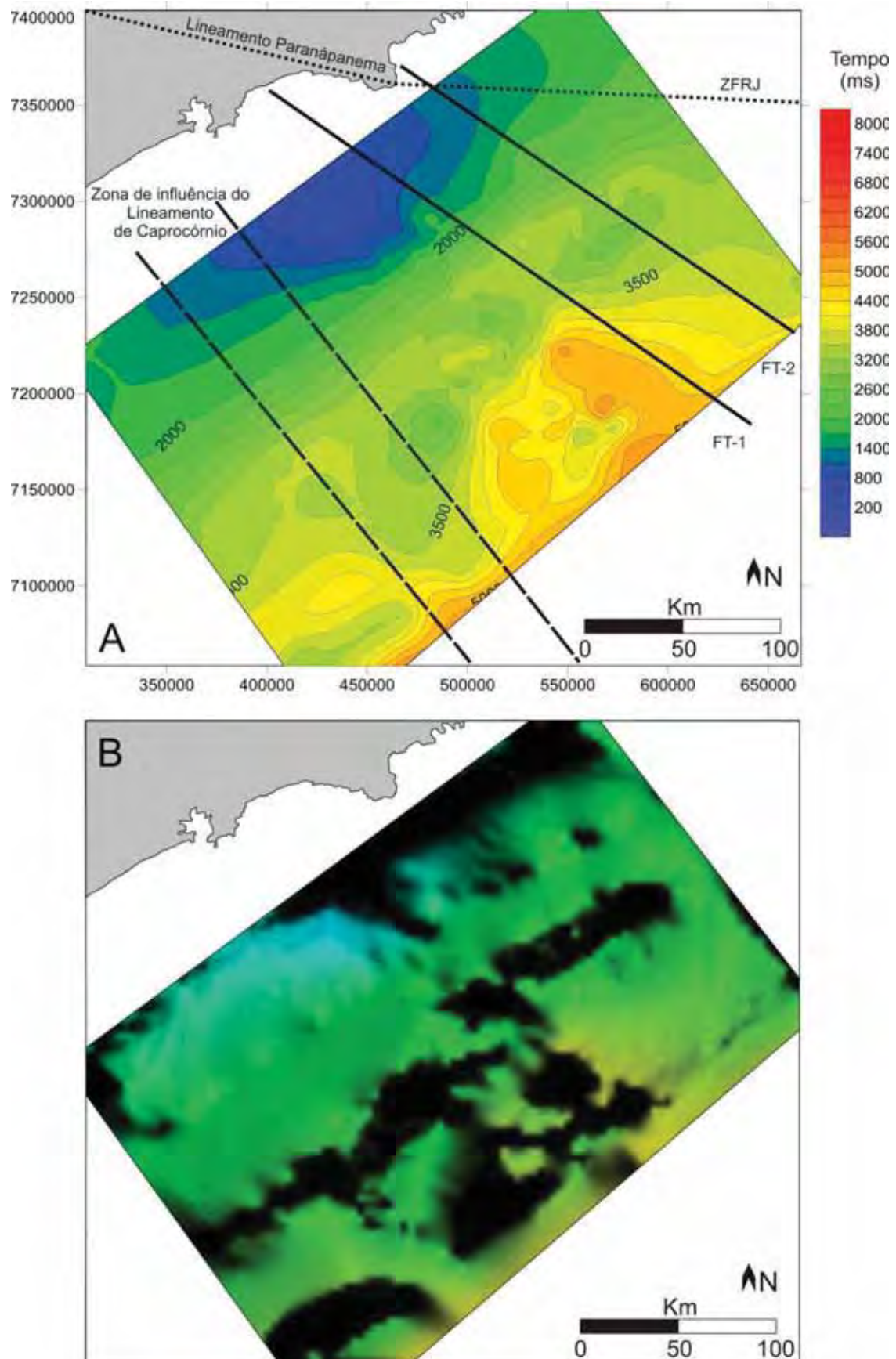


Figura 41 – Mapa de contorno estrutural do Eocampaniano, na forma de isolinhas (A) e em terceira dimensão (B), e a localização das principais estruturas abordadas neste trabalho.

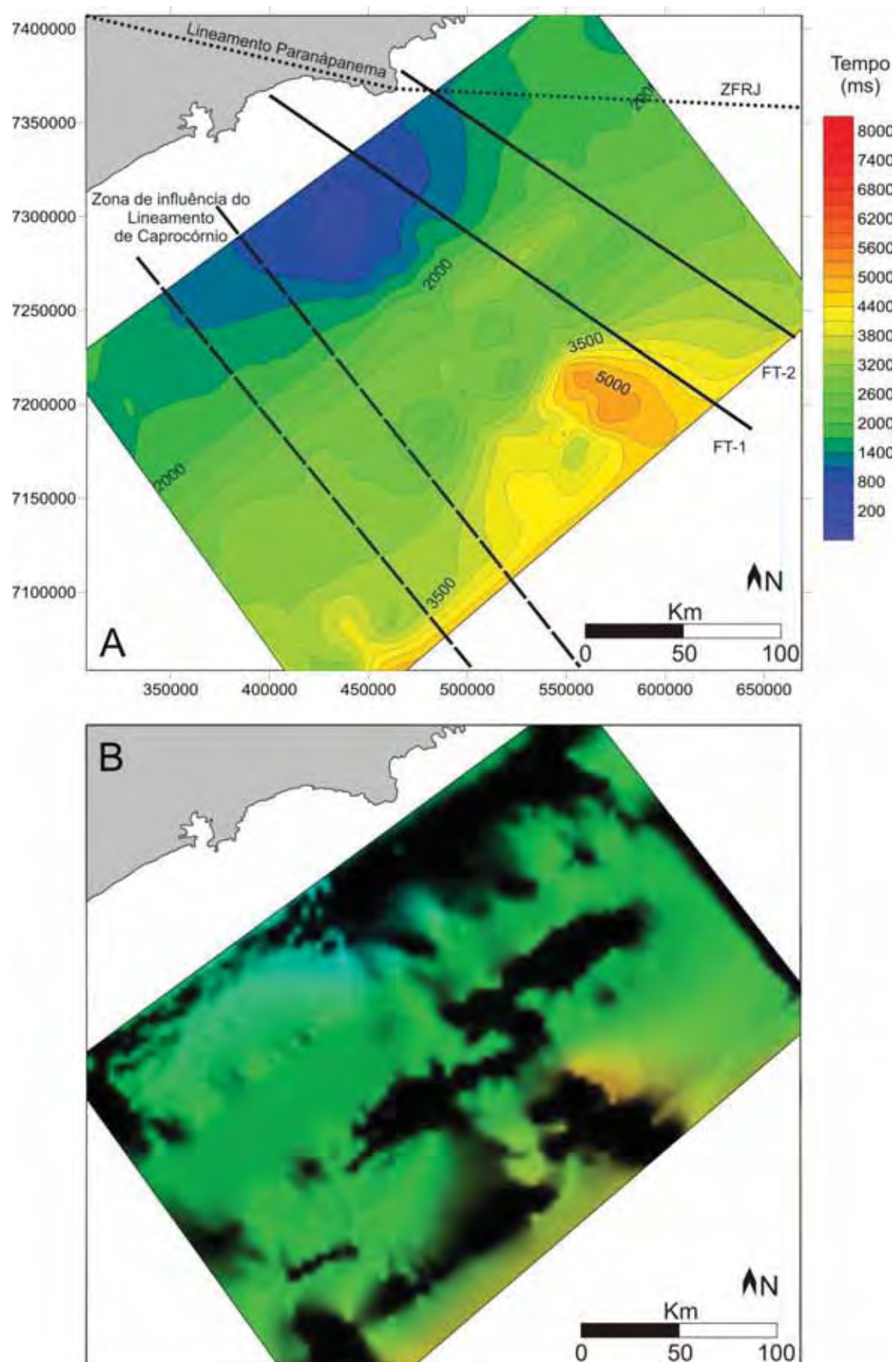


Figura 42 – Mapa de contorno estrutural do topo do Cretáceo, na forma de isolinhas (A) e em terceira dimensão (B), e a localização das principais estruturas abordadas neste trabalho.

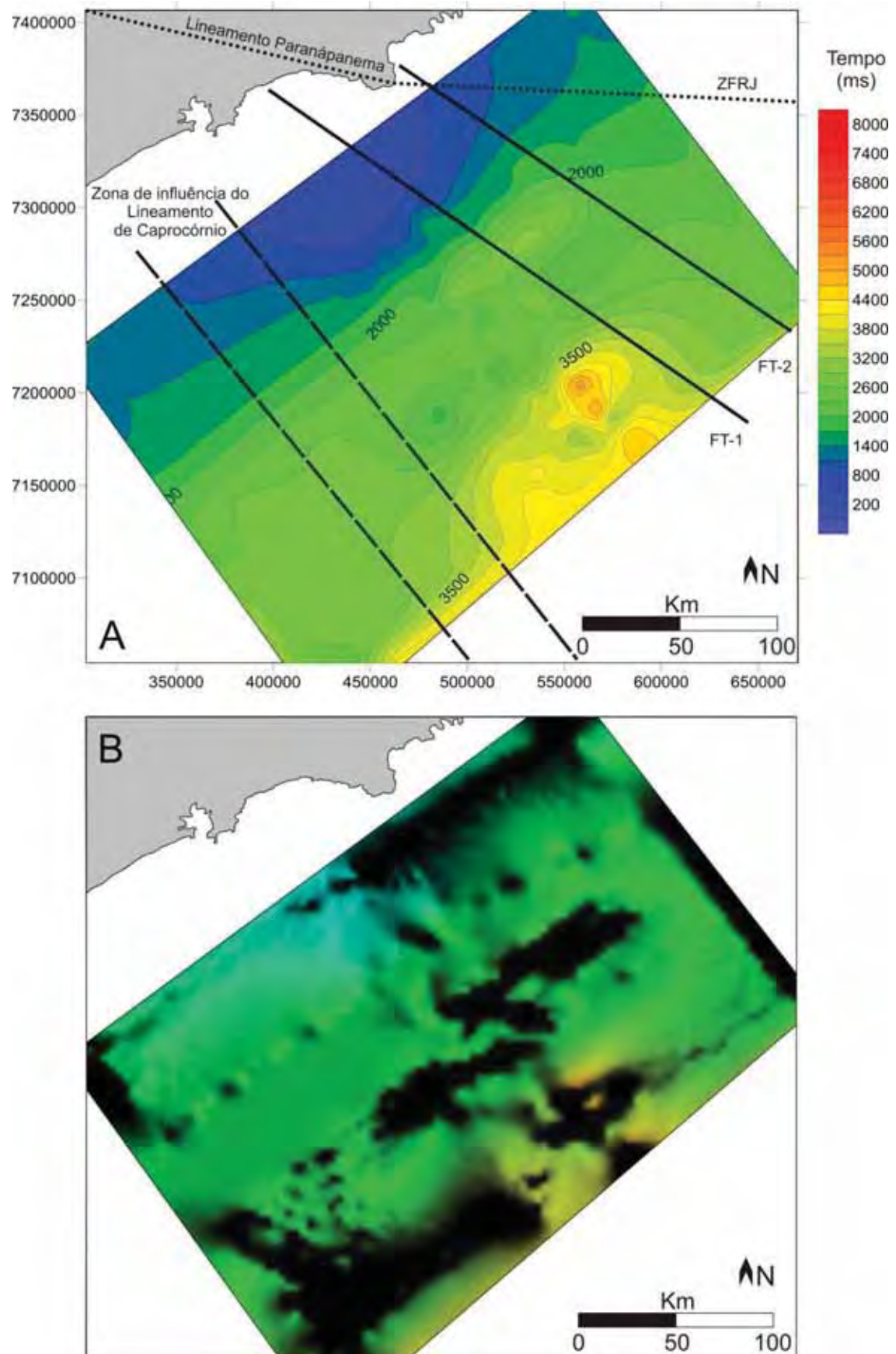


Figura 43 – Mapa de contorno estrutural do Eoeoceno, na forma de isolinhas (A) e em terceira dimensão (B), e a localização das principais estruturas abordadas neste trabalho.

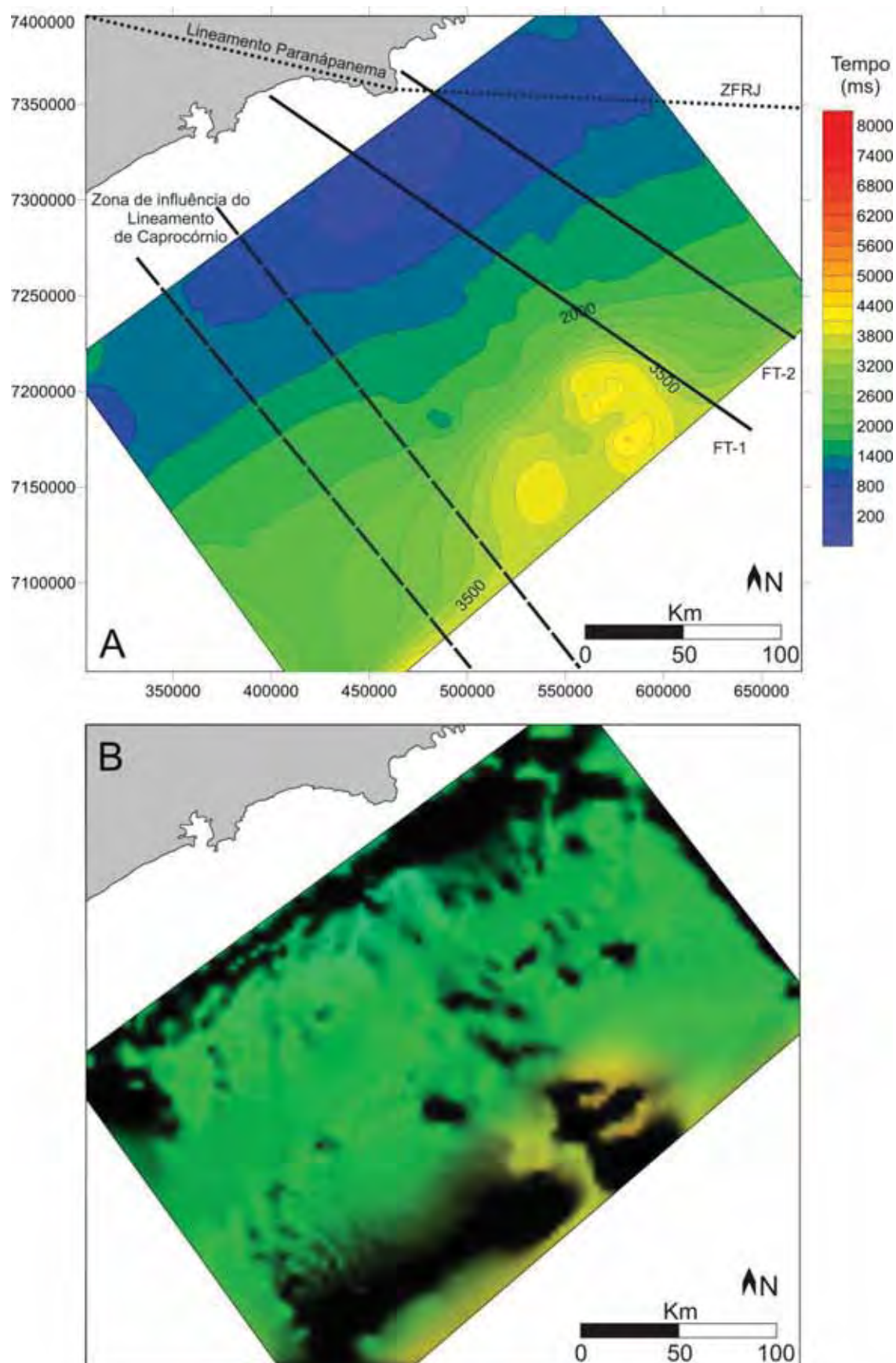


Figura 44 – Mapa de contorno estrutural do Mesomioceno, na forma de isolinhas (A) e em terceira dimensão (B), e a localização das principais estruturas abordadas neste trabalho.

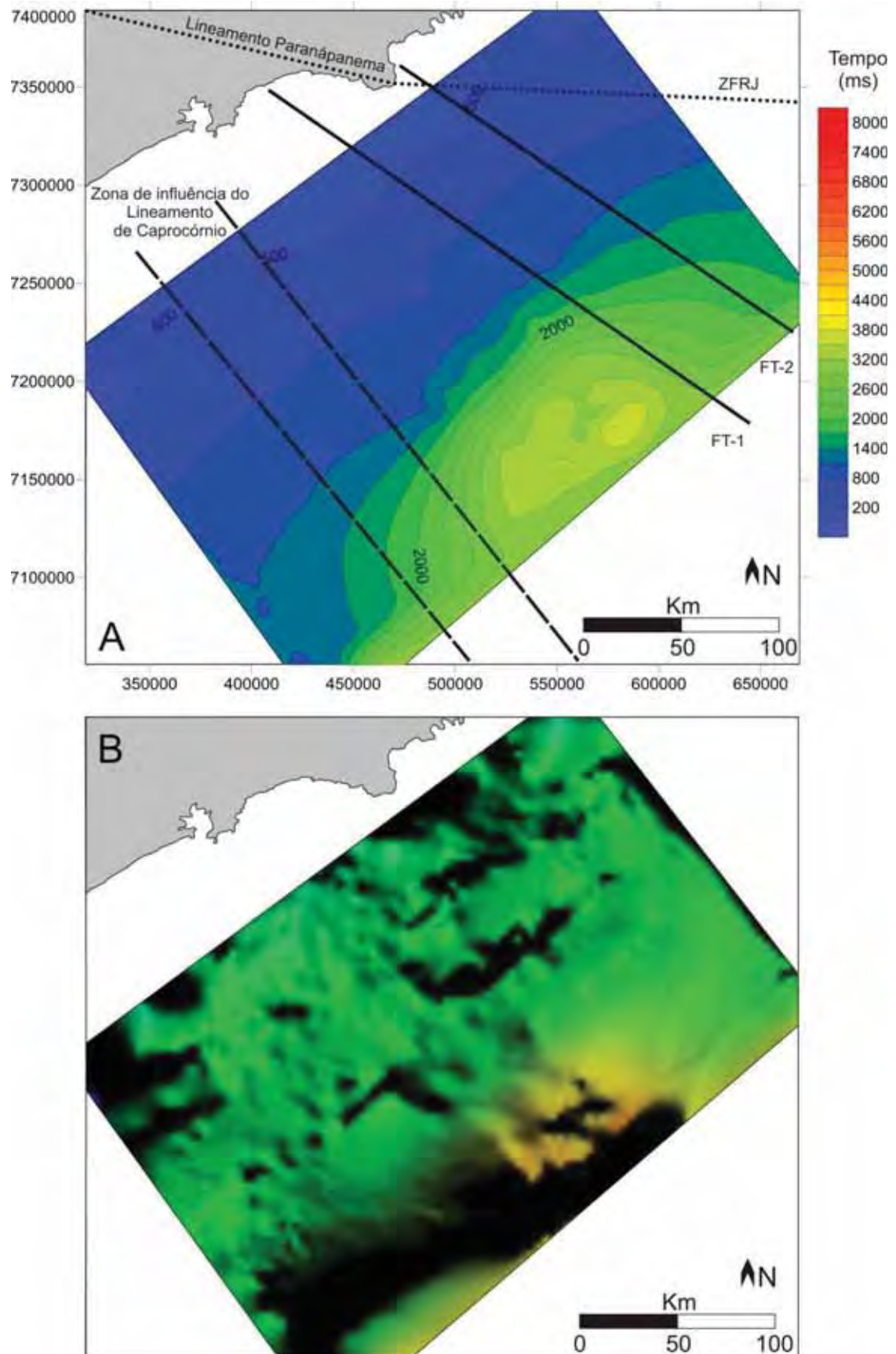
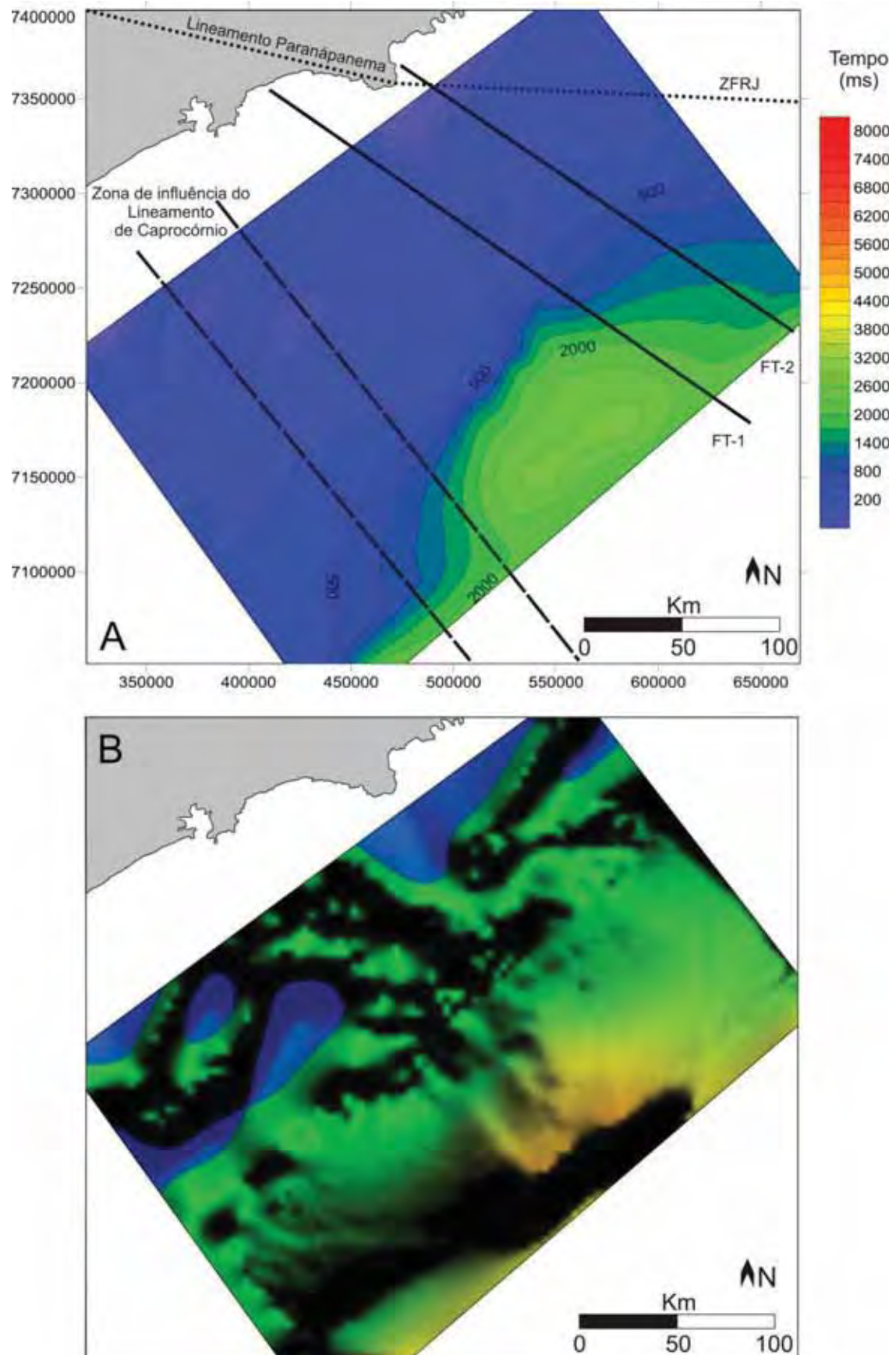


Figura 45 – Mapa de contorno estrutural do fundo do mar atual, na forma de isolinhas (A) e em terceira dimensão (B), e a localização das principais estruturas abordadas neste trabalho.



6. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível visualizar a influência que as estruturas continentais ou não, geram na zona *offshore* da Bacia de Santos através da interpretação de imagens de satélites e geofísicas.

Nas seções sísmicas de direção *dip* nota-se facilmente as cunhas de progradação dos sedimentos, bem como as estruturas resultantes da fragmentação dos continentes sul-americano e africano, principalmente as do nível do embasamento, onde encontra-se falhas normais sintéticas e antitéticas sucessivas, gerando uma sequência de horstes e grábens, bem como a halocinese que gerou diápiros e muralhas de sal que por vezes formam mini bacias e falhas de acomodação pós-sal nos sedimentos sotopostos a ele.

Nas seções *strike* é possível analisar as espessuras das camadas sem o efeito da progradação das cunhas clásticas. Também se notam estruturas mais verticalizadas, representando por vezes zonas de transferência que podem ou não estar relacionada a estruturas continentais adjacentes a Bacia de Santos.

Na análise dos lineamentos continentais foi possível organizá-los segundo sua direção e quantidade, obtendo assim as principais direções preferenciais das estruturas nas adjacências da Bacia de Santos, sendo que as principais são as de direção NE-SW e NW-SE, sendo que esta última possui traços que se projetam para dentro da bacia e afetam seus sedimentos.

O Lineamento de Capricórnio é uma herança tectônica da abertura do Oceano Atlântico, sendo o principal sistema de falhas de transferência da região centro sul da Bacia de Santos. Entretanto sua visualização e identificação nas linhas sísmicas foi dificultada pela pouca quantidade de dados próximos a ele e pela deficiência que a sísmica tem reflexão tem de captar as respostas do embasamento, porém foram observadas estruturas que podem ser correlacionadas ao lineamento, bem como uma depressão observada no seu limite nordeste que foi identificado através dos mapas de contorno estrutural e mapas aeromagnéticos e gravimétricos.

As falhas de transferência FT-1 e FT-2 que foram reconhecidas por Souza (2008), através do prolongamento de feições estruturais continentais também foram identificadas nas seções sísmicas pertinentes a este trabalho. Elas compõem os principais sistemas de falhamentos identificados nas seções *strike*, exibindo uma feição de flor negativa, típica de zonas de transferências. Essas duas falhas podem ser secundárias em relação a outras zonas estruturais mais importantes como o Lineamento de Capricórnio, a Zona de Deformação

Cruzeiro do Sul e a Zona de Fratura do Rio de Janeiro, uma vez que elas se localizam entre essas estruturas regionais.

Considerando que o Lineamento Paranapanema faz junção com a Zona de Fratura do Rio de Janeiro, notou-se que essa feição pode ser responsável pelo controle estrutural de direção aproximada E-W da quebra da plataforma na altura do paralelo 24°S, através de falhamentos subverticais observados nas seções perpendiculares a ele. Porém esse lineamento necessita de maiores estudos, uma vez que a Zona de Fratura do Rio de Janeiro aparenta ser mais complexa do que somente um feixe de falhas, e sim um sistema muito maior que segundo alguns autores, controlam a tectônica até a região de Cabo Frio-RJ.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA F.F.M. 1969. **Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira.** In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 23, Salvador, *Anais*, v.1, p.29-46.
- ALMEIDA, F.F.M. 1976. **The System of Continental Rifts Bordering the Santos Basin, Brazil.** An. Acad. Brasil. Ciênc., 48 (Supl.), p. 15-26.
- ALMEIDA F. F. M. de, HASUI Y. **O Pré-Cambriano do Brasil.** São Paulo, Blücher, 378 p., 1984.
- ALVES,E.C.; SPERLE,M. D.; MELLO, S.; SICHEL, S.E. **Compartimentação tectônica do sudeste do e suas relações com as zonas de fraturas oceânicas.** V Congr. Intern. Soc. Bras. De Geofísica de São Paulo. pp. 48-50. vol.1, 1997.
- ASMUS, H. E. **Geologia da margem continental brasileira** (região VIII). In Mapa Geológico do Brasil – texto explicativo. DNPM, 1975.
- ASMUS, H. E. **Hipóteses sobre a origem dos sistemas de zonas de fraturas oceânicas/alinhamentos continentais que ocorrem nas regiões sudeste e sul do Brasil.** Série Projeto REMAC, v.4, pp. 39-73, 1978.
- ASMUS, H. E; GUAZELLI, W. **Sumário das estruturas da margem continental brasileira e das áreas continentais e oceânicas adjacentes, hipóteses sobre o tectonismo causador e implicações no prognóstico de seu potencial em recursos minerais.** Série Projeto REMAC, v.9, 1981.
- BUENO, G.V., Machado, Jr, D. L., de Oliveira, J. A. B. And Marques, E., J., J., **A Influência do “Lineamento Capricórnio” na Evolução Tectono-Sedimentar da Bacia de Santos,** in Congresso Brasileiro de Geologia, 52, Araxá. Anais, Sociedade Brasileira de Geologia, Simpósio 28 – Petróleo: geologia e exploração, T 773, 2004.
- CAMPANHA, G. A.C., ESCUDERO, O. B., SADOWSKI, G.R. **Análise da geometria e cinemática da zona de cisalhamento do Lineamento Ribeira, SP e PR.** IV Simpósio Nacional de Estudos de Tectônicos- Anais..., Bol. 12, p. 347-351, 1993.
- CANDE SC, LABRECQUE JL & HAXBY WB. **Plate kinematics of the South Atlantic - chron 34 to present.** J. Geophys. Res., 93: 13.479-13.492, 1988.
- CORDANI, U.G, MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (Eds.): **Tectonic evolution of South America.** Rio de Janeiro, 31st International Geological, 2000.
- DIAS, J. L. **Análise sedimentológica e estratigráfica do andar aptiano em parte da margem leste do Brasil e no platô das Malvinas: considerações sobre as primeiras**

incursões e ingressões marinhas do Oceano Atlântico Sul Meridional. 1998. 2 v. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

FERREIRA, F. J. F.; MORAES, R. A. V.; FERRARI, M. R.; VIANA, R. B. **Contribuição ao estudo do Alinhamento Estrutural de Guapiára.** In Simpósio Regional de Geologia, 3, Curitiba, 1981. Atas... São Paulo, SBG, v1, p. 226-240.

FULFARO, V. J. **Contribuição a geologia da região de Angatuba, Estado de São Paulo.** DNPM, DGM, Bol. 253: 1-83. Rio de Janeiro, 1970.

FÚLFARO, V. J. **Tectônica do Alinhamento Estrutural do Paranapanema.** *Bol. Inst. Geoc.*, Univ. São Paulo, 5: 129-38, 1974.

IGCE – Unesp. Rio Claro/SP. 97p. HASUI Y., OLIVEIRA, M. A. F. de. **Província Mantiqueira. Setor Central.** In: F. F. M. de Almeida, Y. Hasui. O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo, Blücher, p. 308-344, 1984.

HASUI, Y. **Tectônica da área das folhas de São Roque e Pilar do Sul.** São Paulo, Inst. Geociênc. USP, 1973. 183p.

HASUI, Y., OLIVEIRA, M.A.F. **Província Mantiqueira.** In: ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. (Coordenadores), O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1984.

HASUI, Y. 2008. **Província Mantiqueira.** In: C.D.R. Carneiro, Y. Hasui, A. Barterelli (Coords.), Geologia do Brasil. Oficina de Textos.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; CAMPOS-NETO, M.; SILVA, L.C.; TROUW, R.; JANASI, V. 2004. **A Província Mantiqueira.** In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. (eds). Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Beca Produções Culturais Ltda, São Paulo.

IZELI, M. G. B., **Controle estrutural do embasamento emerso na porção central da Bacia de Santos, utilizando sensoriamento remoto e interpretação sísmica.** Trabalho de conclusão de curso – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2008.

KUMAR N., Gamboa L. A. P., Mascle J., and Schreiber B.C. **Geologic history and origin of Sao Paulo Plateau (southeastern Brazilian margin), comparison with the Angolan margin and the 201 early evolution of northern South Atlantic.** Init. Repts. of the D.S.D.P., Washington, U.S. Gvt. Printing Office, v. 39, 927-945, 1977.

MACEDO, J.M., **Evolução estrutural da Bacia de Santos e áreas continentais adjacentes.** 1987. 173f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1987.

MACEDO, J.M. **Evolução Tectônica da Bacia de Santos e áreas continentais adjacentes.** Revista Geociências da Petrobrás. Rio de Janeiro, v.3, n.3, p.159-173, 1989.

MACEDO, J. M. **Evolução Tectônica da Bacia de Santos e Áreas Continentais Adjacentes**. In: Raja Gabaglia, G. P. & Milani, E. J. (coords), *Origem e Evolução de Bacias Sedimentares*, Petrobrás, Rio de Janeiro, 415 p., 199.

MOREIRA, J. L. P; MADEIRA, C. V; MACHADO, M. A. P. maio/novembro 2007. **Bacia de Santos**. In: MILANI, E. J. (Editor coordenador) *Boletim de Geociências da Petrobrás* – v. 15, n. 2 – maio/novembro 2007, Rio de Janeiro, p. 511-529.

MOULIN, M., **Geodynamic Keys of the Santos Santos Basin**. II Central & North Atlantic Conjugate Margins Conference. Lisboa, 2010.

MULLER RD, ROEST WR, ROYER JY, GAHAGAN LM & SCLATER JG. **Digital isochrones of the world's ocean floor**. *J. Geophys. Res.*, 102: 3211–3214, 1997.

PEREIRA, M.J.; BARBOSA, C.M.; AGRA, J.; GOMES, J.B.; ARANHA, L.G.F.; SAITO, M.; RAMOS, M.A.; CARVALHO, M.D.; STAMATO, M.; BAGNI, O. 1986. **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, v. 1.

PEREIRA, M.J., FEIJÓ, F.J. 1994. **Bacia de Santos**. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, 8(1):219-234.

SAADI, A. **Neotectônica da Plataforma Brasileira, esboço e interpretação preliminares**. (1992).

SOUZA, I. A. de. **Falhas de transferência da porção norte da Bacia de Santos interpretadas a partir de dados sísmicos: sua influência na evolução e deformação da bacia**. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

APÊNDICES

Apêndice 01: Seção Sísmica AA' (0248-0097)

Apêndice 02: Seção Sísmica BB' (0248-0033)

Apêndice 03: Seção Sísmica CC' (0034-0022)

Apêndice 04: Seção Sísmica DD' (0222-0115)

Apêndice 05: Seção Sísmica EE' (0241-0495)

Apêndice 06: Seção Sísmica FF' (0241-0486)

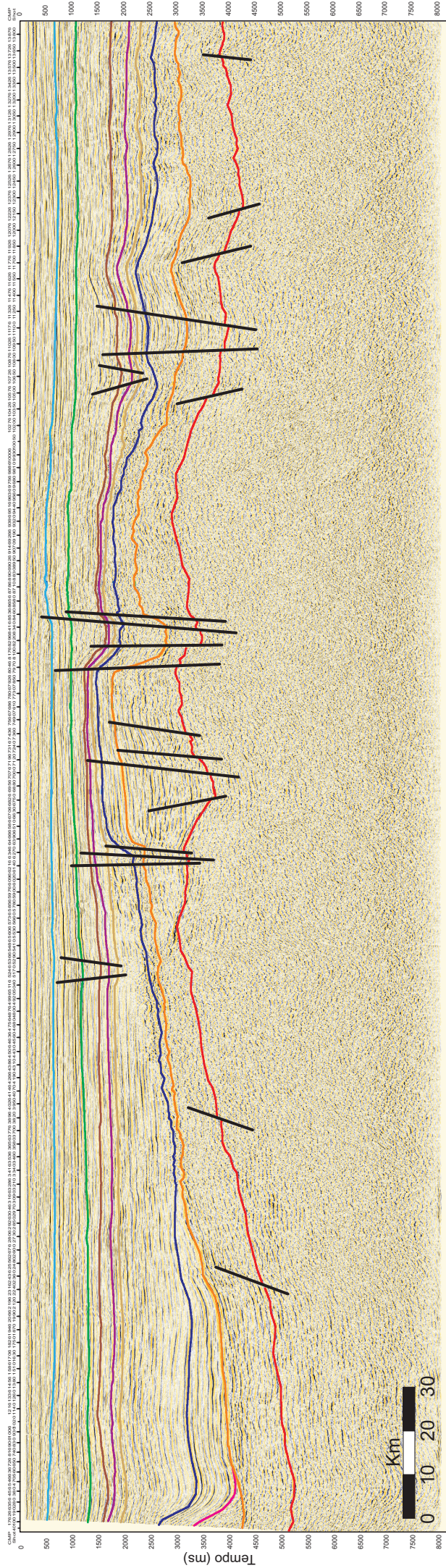
Apêndice 07: Seção Sísmica GG' (0222-0124)

Apêndice 08: Seção Sísmica HH' (0248-0026)

Apêndice 09: Seção Sísmica II' (0247-0068)

Apêndice 10: Seção Sísmica JJ' (0248-0025)

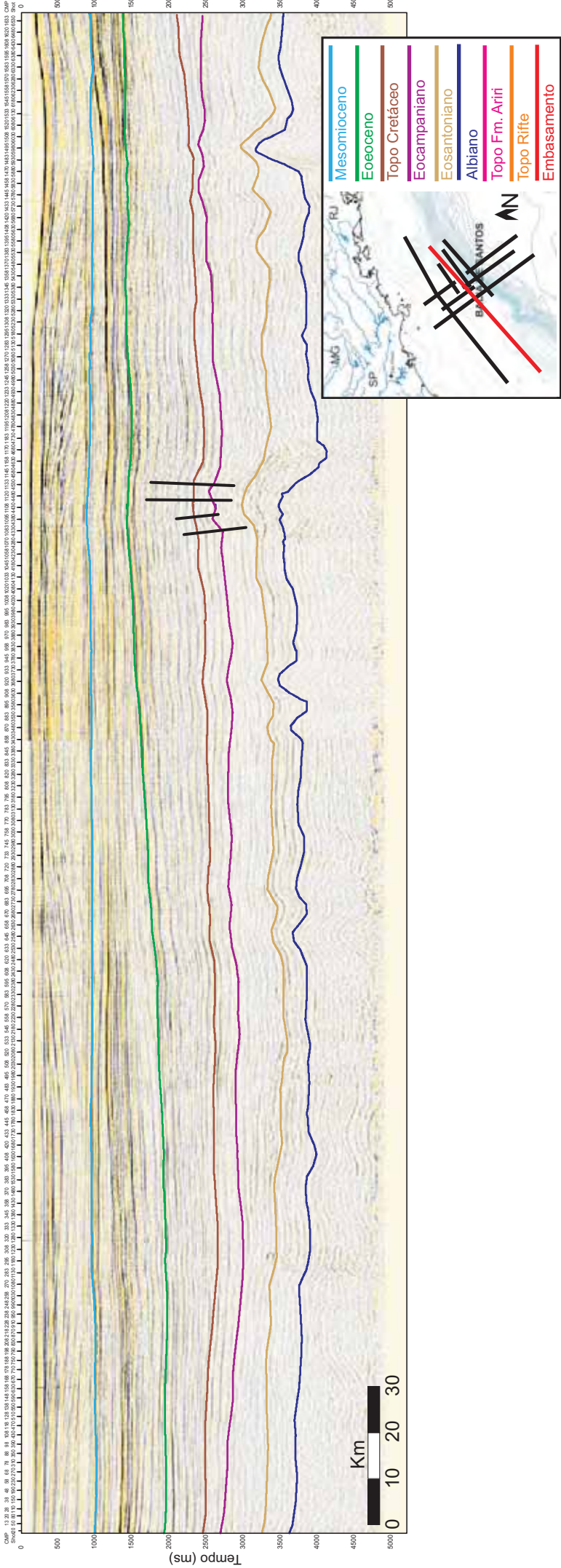
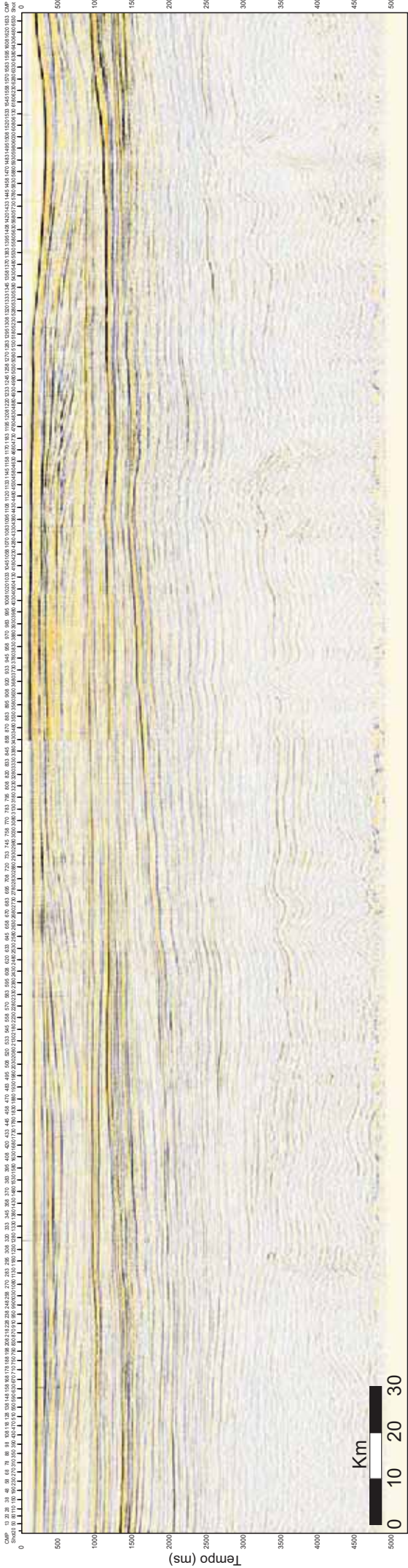
Apêndice 01: Seção AA' - (0248-0097)



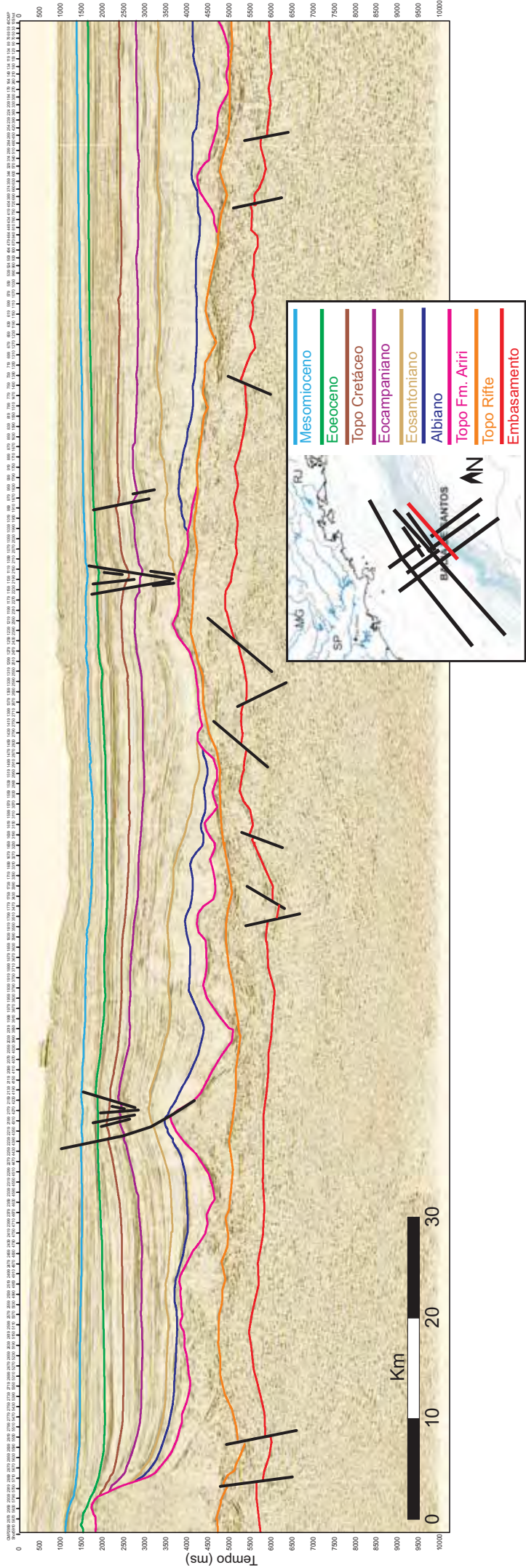
Apêndice 02: Seção BB' - (0248-0033)



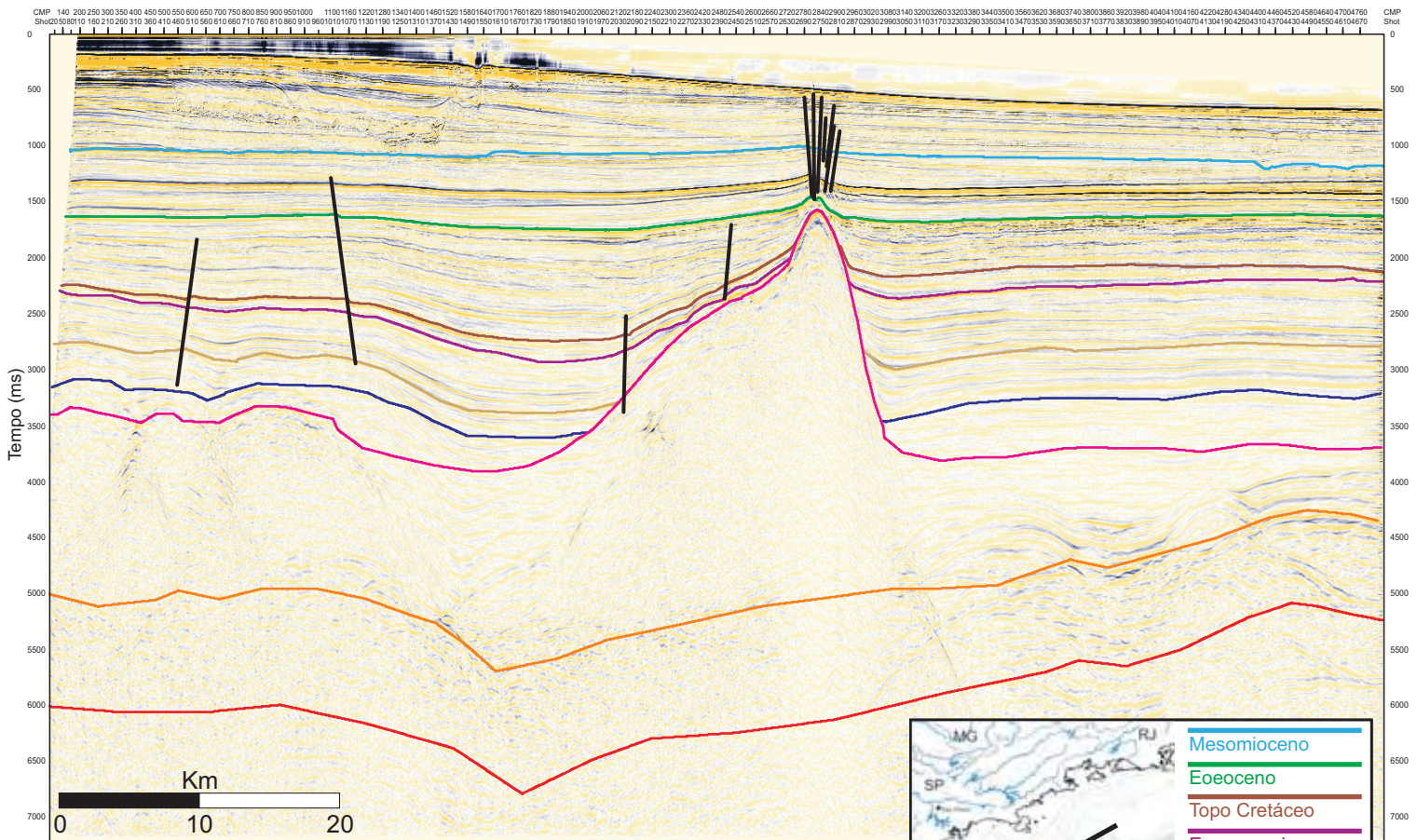
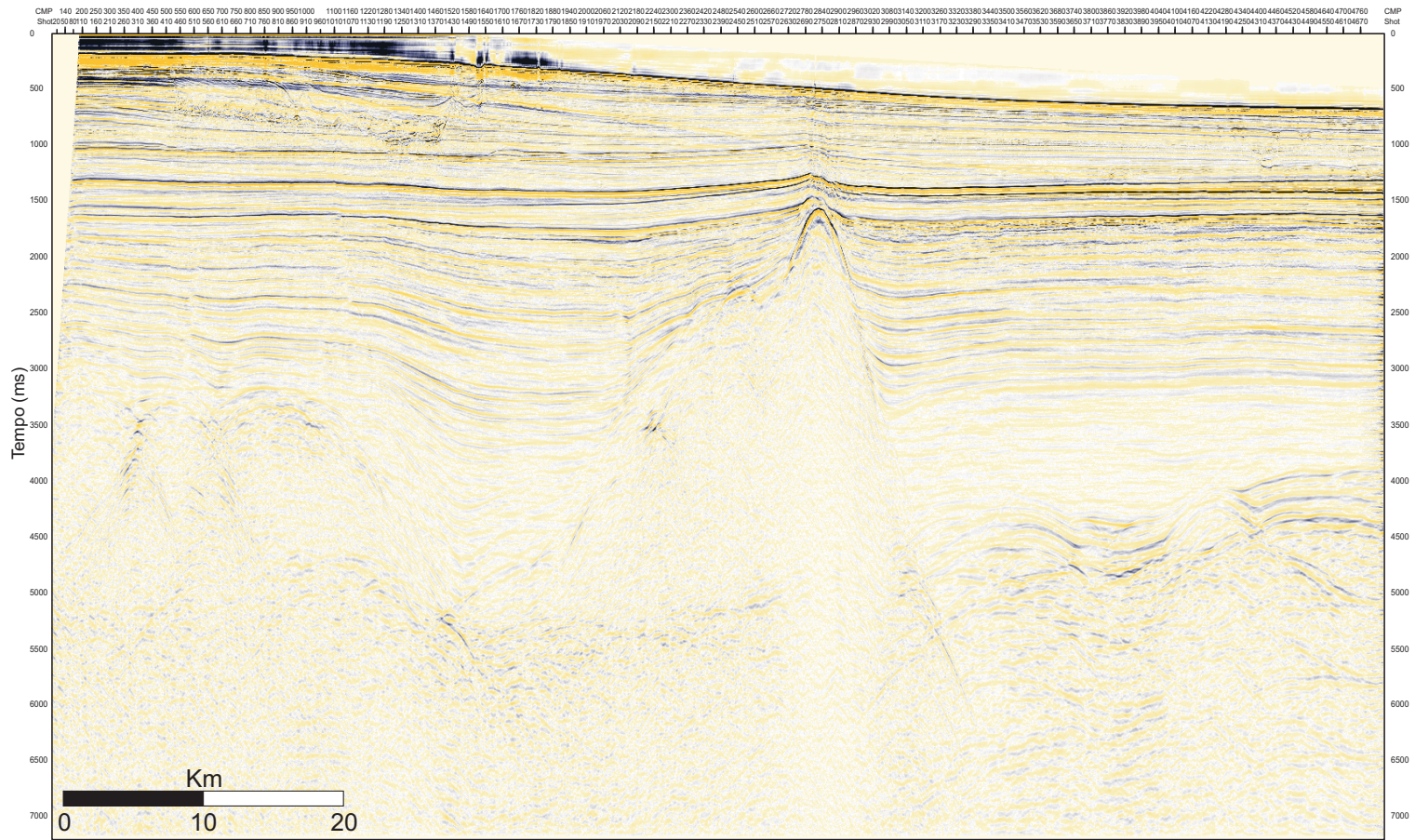
Apêndice 03: Seção CC' - (0034-0022)



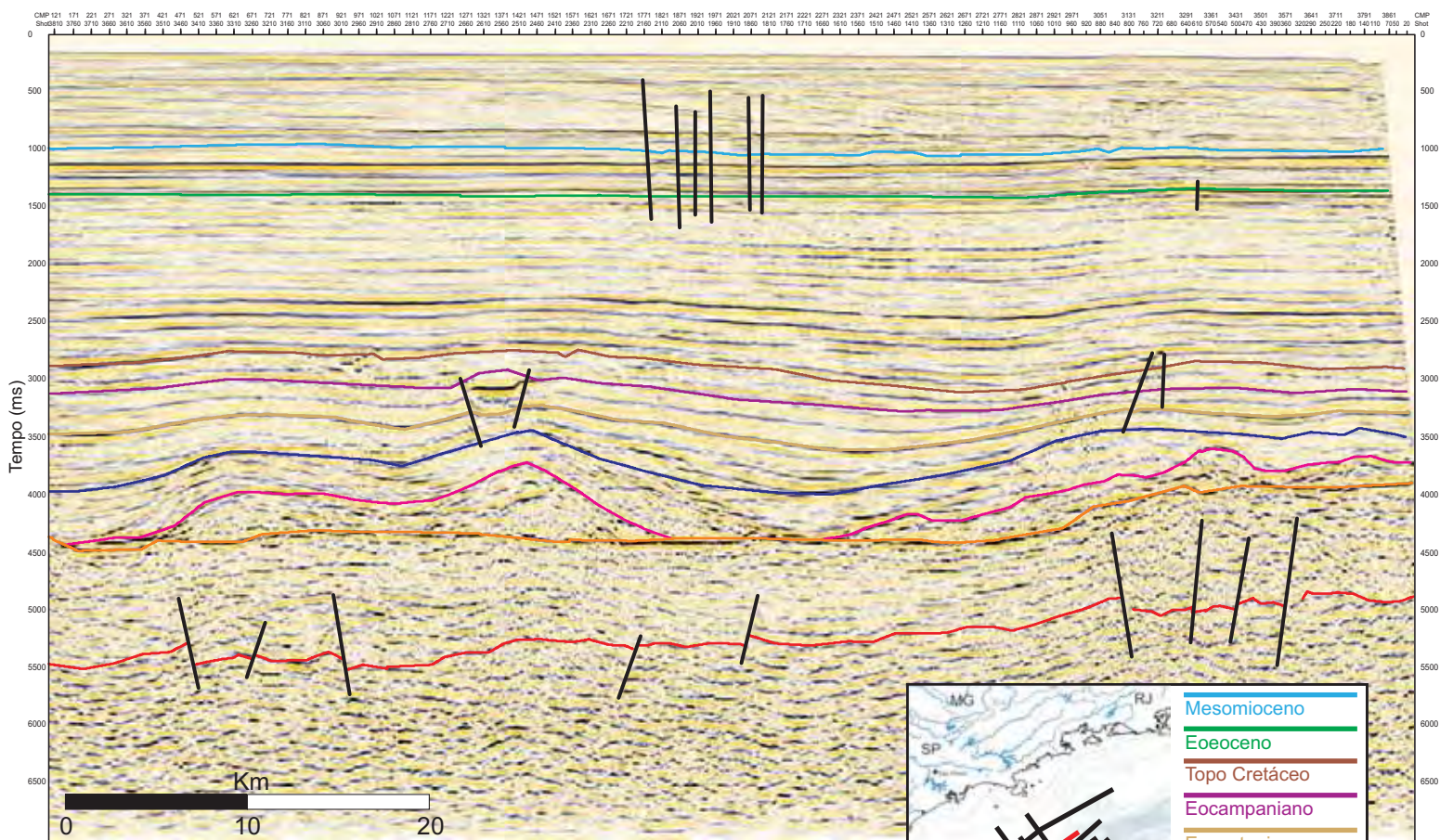
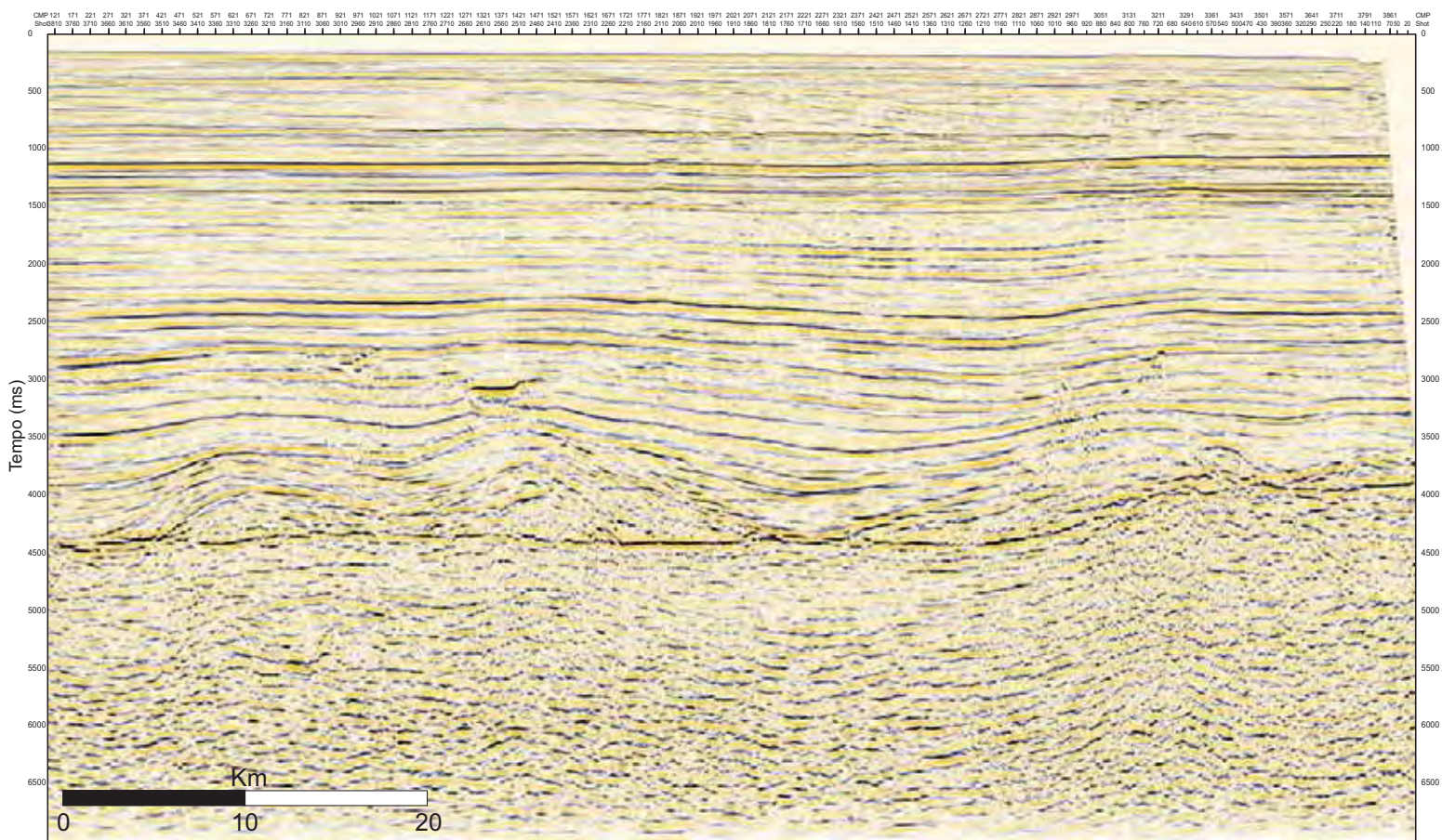
Apêndice 04: Seção DD’ - (0222-0115)



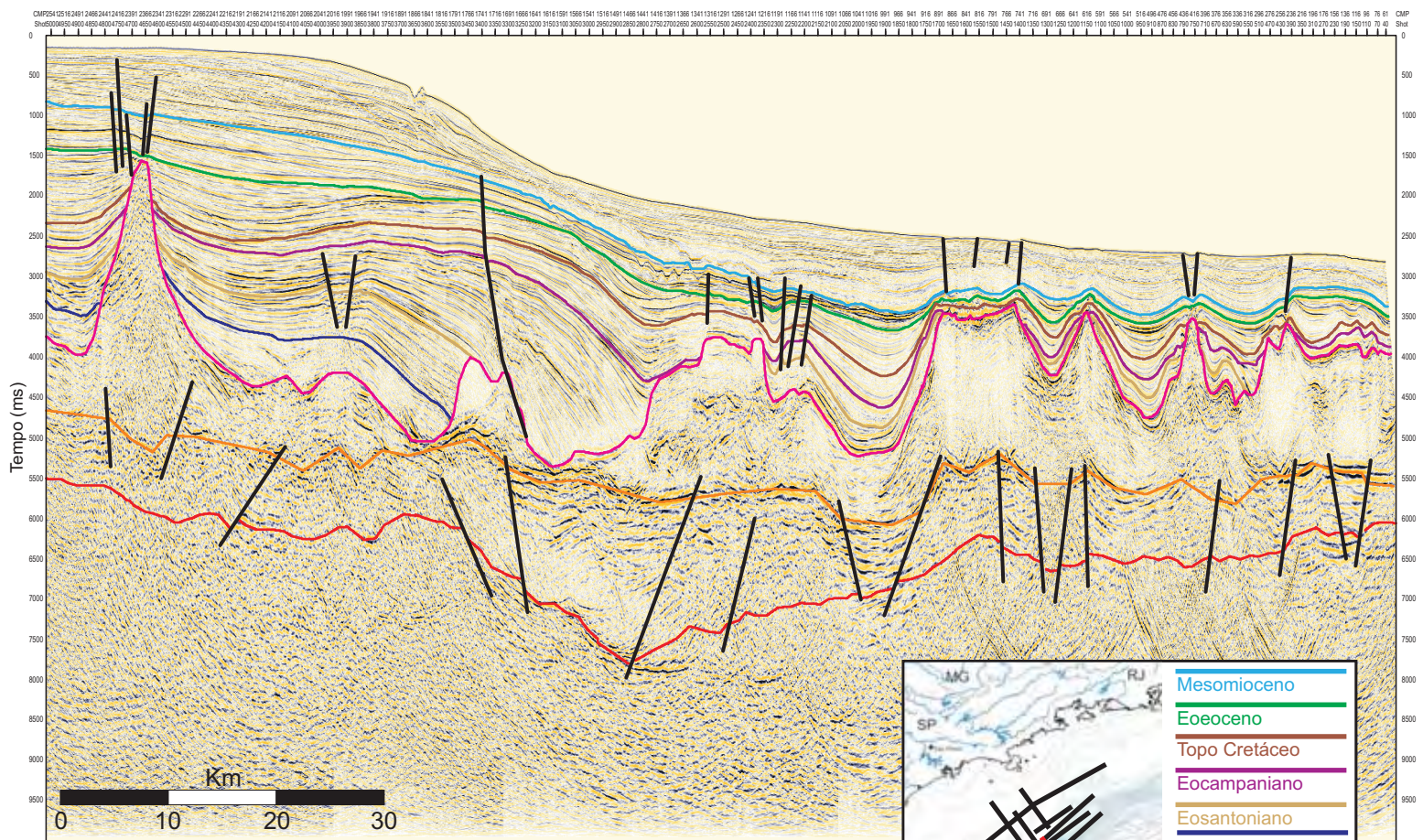
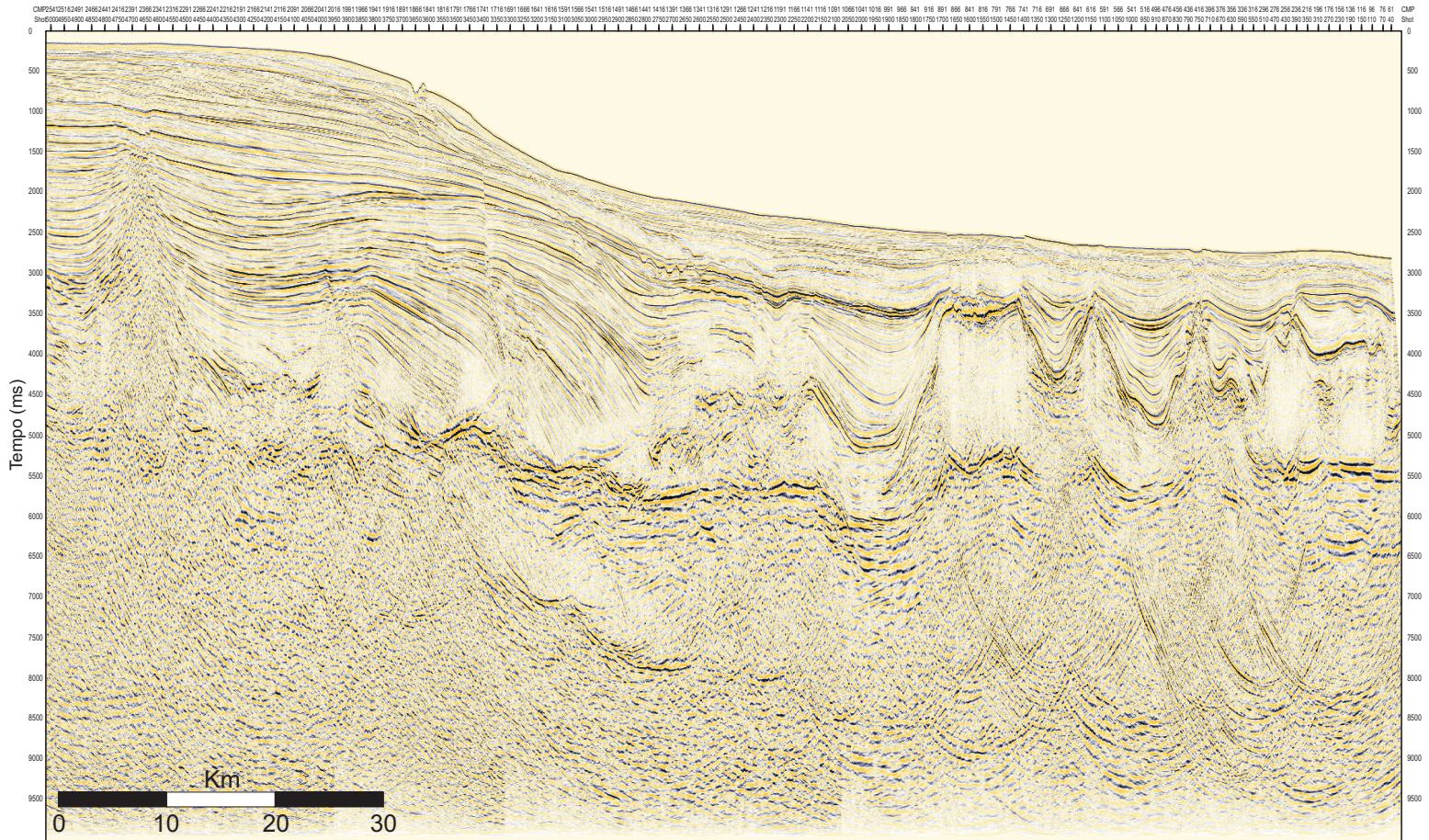
Apêndice 05: Seção EE' - (0241-0495)



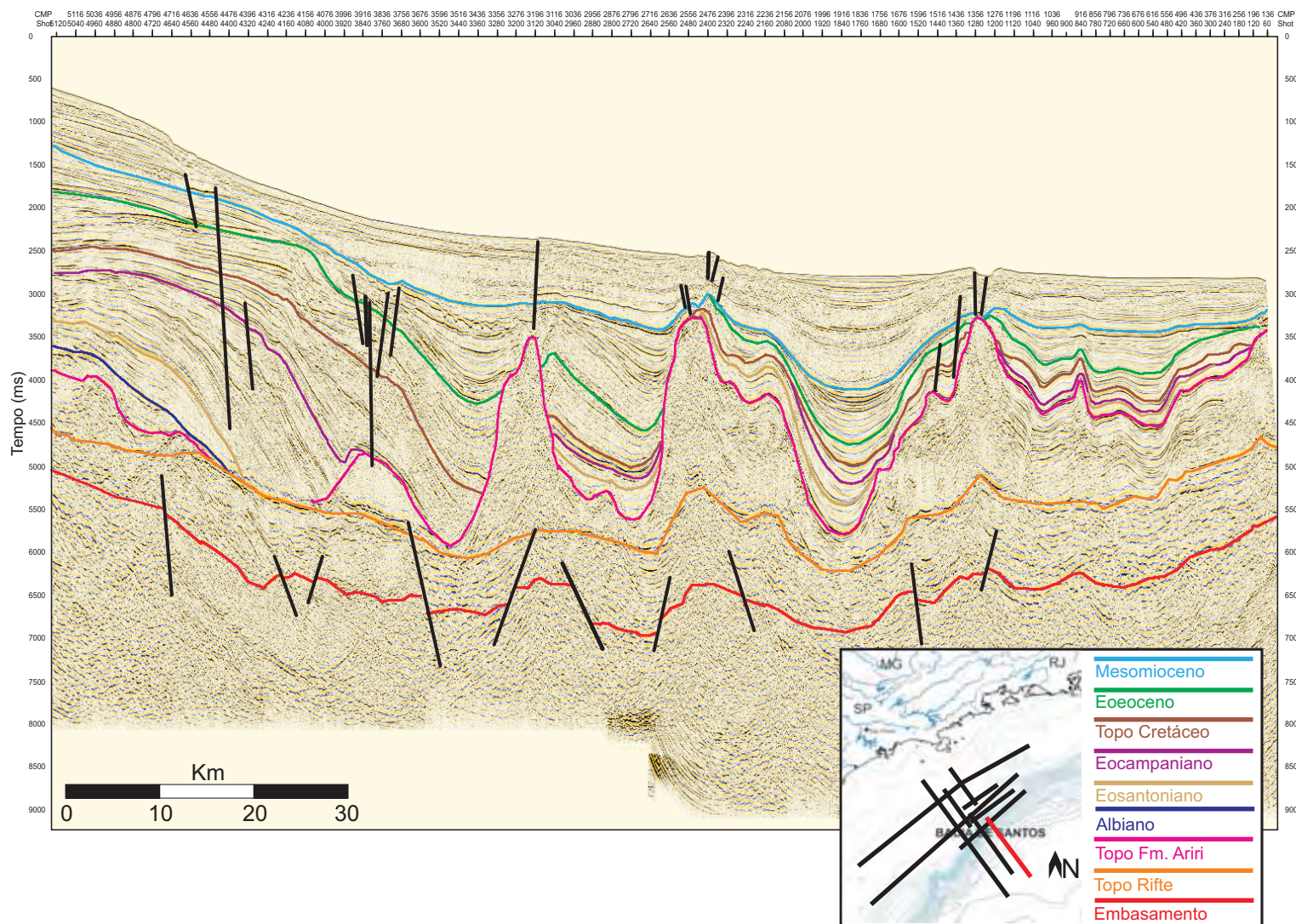
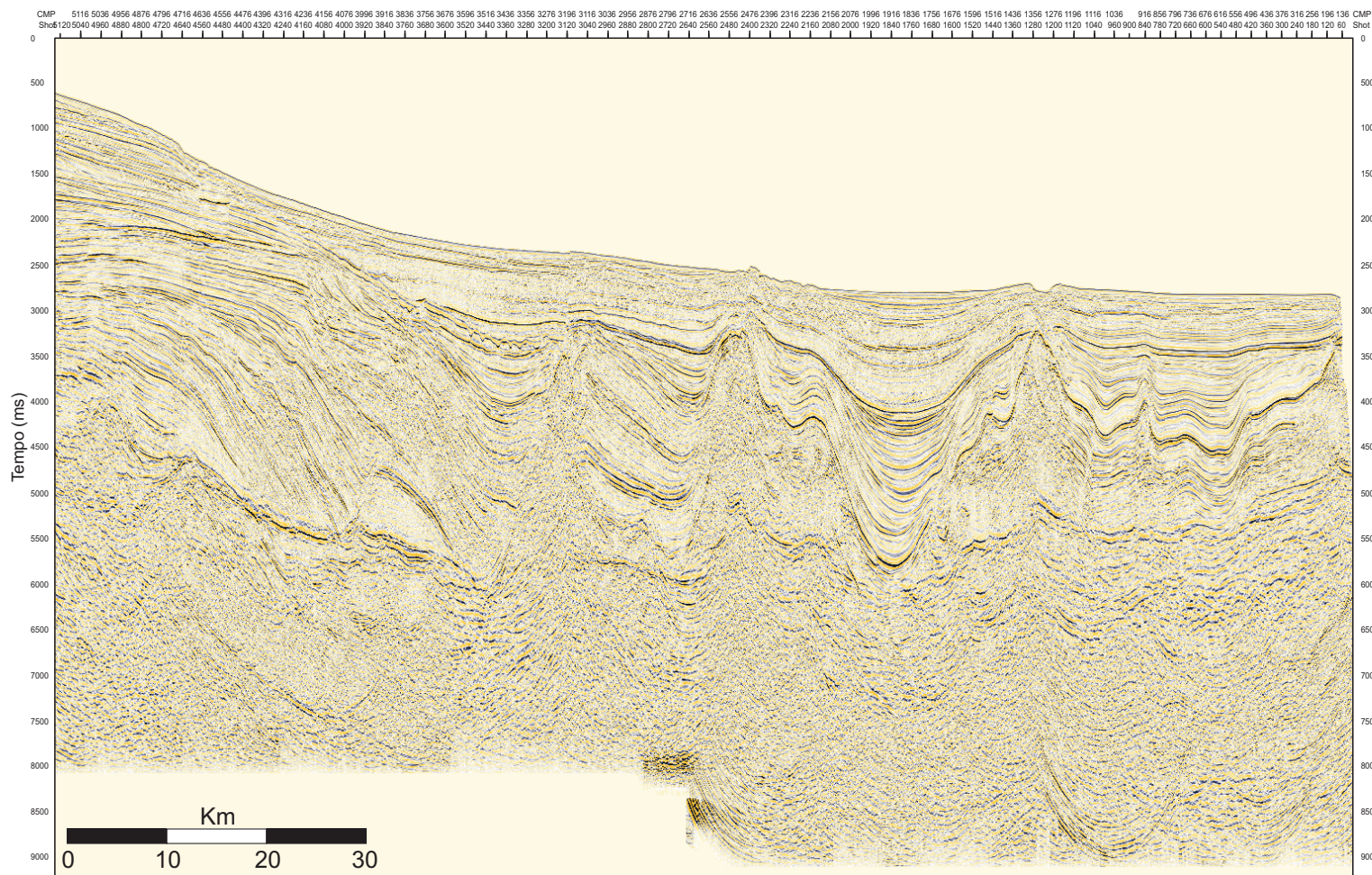
Apêndice 06: Seção FF' - (0241-0486)



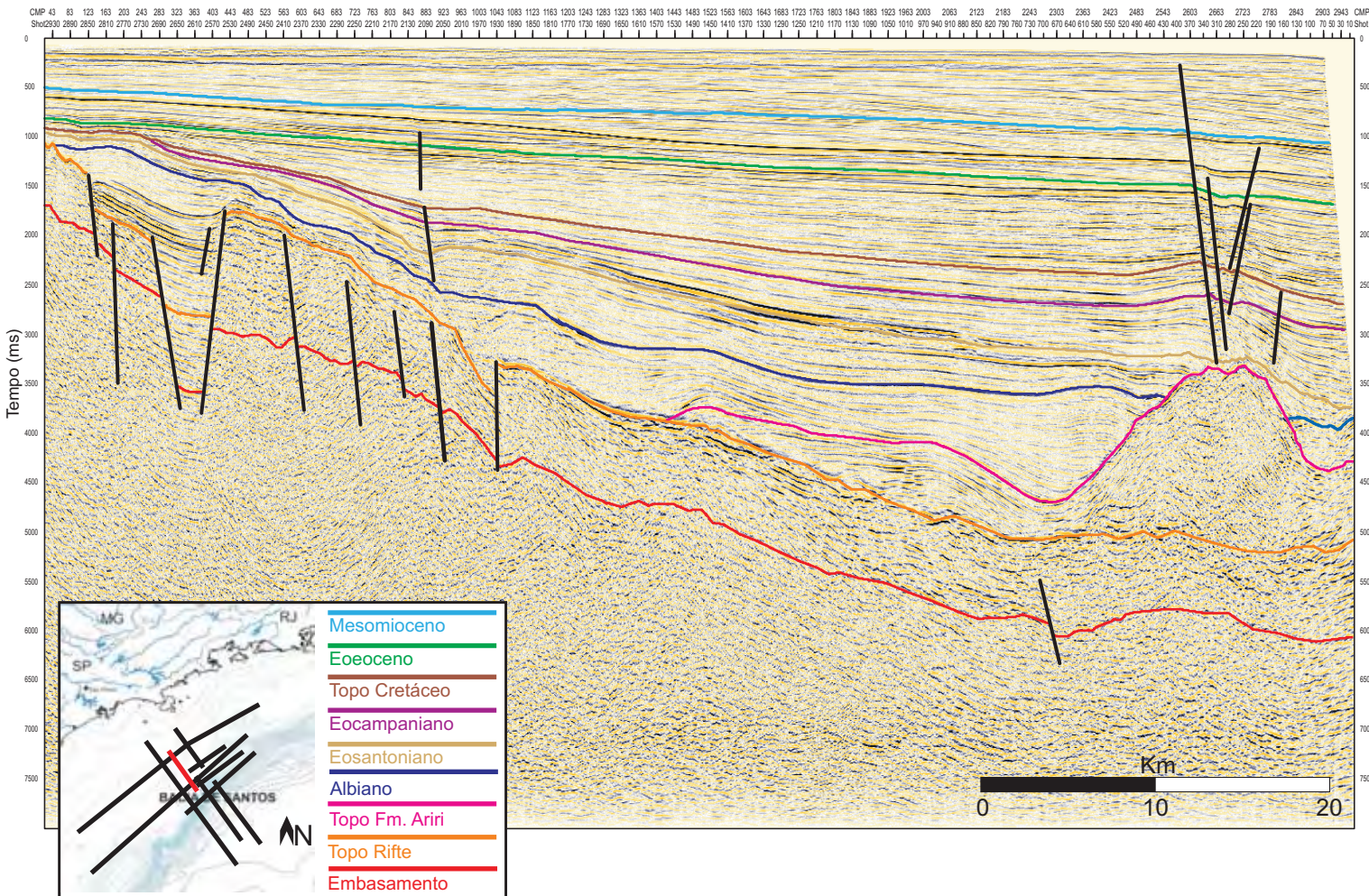
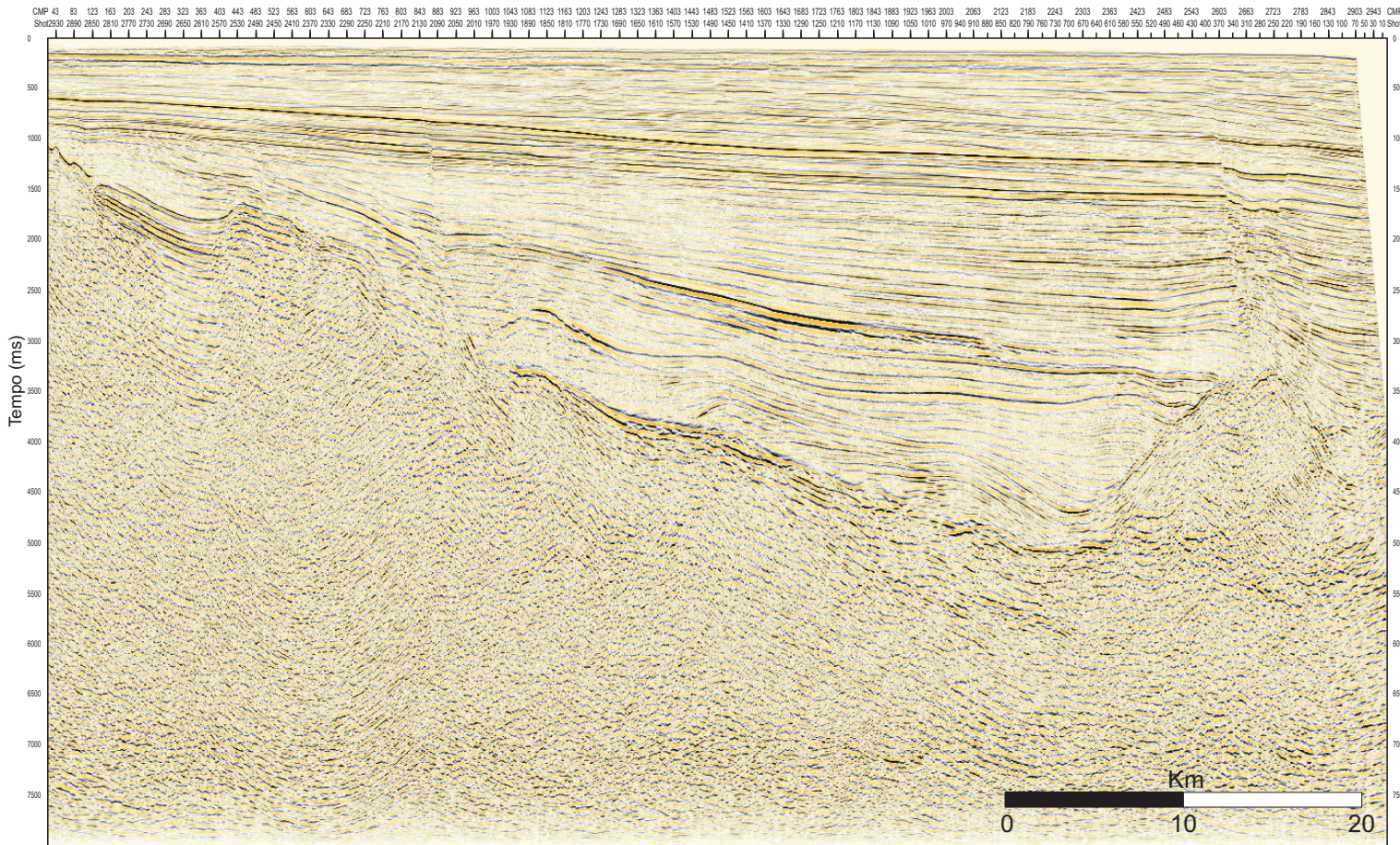
Apêndice 07: Seção GG' - (0222-0124)



Apêndice 08: Seção HH' - (0248-0026)



Apêndice 09: Seção II' - (0247-0068)



Apêndice 10: Seção JJ' - (0248-0025)

