

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Seleção de poços

Para o trabalho foram utilizados os dados obtidos no âmbito do projeto "Modelagem Integrada para Caracterização de Reservatórios. Estudo de Caso do Campo de Marlim, Bacia de Campos"(MICRE) financiado pelo CNPq. Os dados disponibilizados correspondem a informação de perfis compostos de 39 poços listados na Tabela 12 e cubo sísmico 3D do Campo de Marlim, limitado pelas coordenadas X: 374.856 a 402.505 (420 *inlines*) e Y: 7.503.890 a 7.535.390 (1.106 *crosslines*) (Figura 12).

A primeira etapa do presente trabalho envolveu a seleção dos dados de poços a serem trabalhados. Nesta etapa, o critério aplicado foi selecionar os poços que apresentavam perfis completos, pois estes serviriam de base para as correlações futuras (Tabela 12). Dentro da base de dados, 14 poços não possuíam perfis compostos sendo descartados. Partindo para a segunda etapa, utilizando o software *Opentect*, importou-se o cubo sísmico e os poços, sendo observado que 4 dos 25 poços restantes estavam fora do cubo.

Para realizar a correlação dos dados e análise sísmica estrutural, optou-se por trabalhar com os dados em tempo, a fim de excluir os possíveis erros referentes a transformação do cubo sísmico de tempo para profundidade, devido a erros associados a diferentes velocidades das rochas, podendo gerar modelos distorcidos. Dos 21 poços restantes, apenas 16 poços que possuíam dados de aquisição sísmica (*checkshot*) para amarração foram selecionados (Figura 12).

Figura 12 - Listagem dos 39 poços disponíveis no âmbito do Projeto MICRE.

1-RJS-066	1-RJS-219	1-RJS-239	1-RJS-356
1-RJS-460	1-RJS-482	1-RJS-489	3-MLL-022-RJS
3-MLS-1-RJS	3-MLS-126D-RJS	3-MRL-001-RJS	3-MRL-002-RJS
3-MRL-003-RJS	3-MRL-004-RJS	3-MRL-005-RJS	3-RJS-319A
3-RJS-325E	3-RJS-326	3-RJS-395	3-RJS-397
3-RJS-402D	3-RJS-447	3-RJS-463	3-RJS-465
3-RJS-483A	3-RJS-484	3-RJS-488	3-RJS-490A
4-RJS-377	4-RJS-396D	4-RJS-403	4-RJS-413A
4-VD-008D-RJS	6-MLL-014-RJS	6-MLL-57DP-RJS	6-MLS-122-RJS
6-MRL-180-RJS	6-MRL-199D-RJS	9-MRL-160D-RJS	

Legenda: Em negrito, os poços selecionados para o trabalho.

Fonte: O autor, 2018.

2.2 Análise da base de dados

Com o espaço amostral reduzido de 40 para 16 poços (Tabela 12), passou-se para a etapa seguinte, que consistiu em analisar os poços, topos de formação, corpos turbidíticos e marcos estratigráficos através dos dados digitais (arquivos *.las) carregados no *Excel*, em três fases.

A fase 1 correspondeu a preparação dos dados, cuja formatação era favorável a utilizar no *Excel*. Os dados foram reorganizados poço a poço e perfil a perfil.

A fase 2, corresponde a análise os perfis existentes em cada poço, que culminou pela opção de cinco perfis geofísicos principais, disponíveis em todos os 16 poços selecionados:

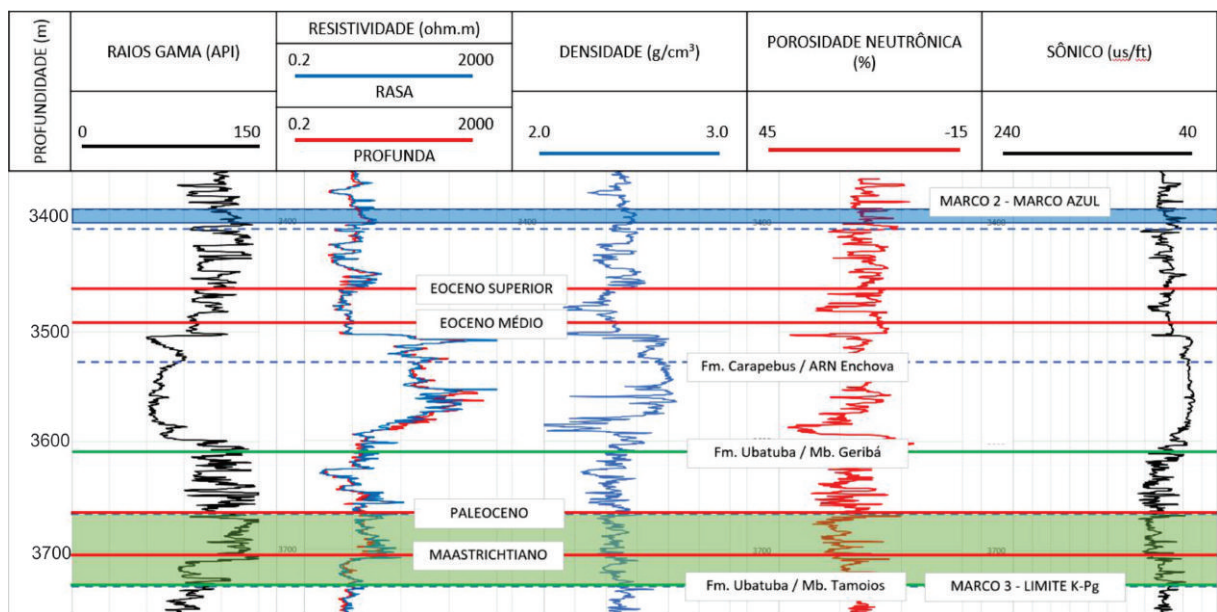
- a) Densidade e Neutrão (DEN e NEU) – medição da porosidade da rocha através da densidade da matriz da rocha e sua relação com os fluidos presentes ou da leitura direta através da emissão de neutrons e sua com o fluido presente nos poros;
- b) Raios Gama (GR) – medição da radiação natural gama emitida por rochas, sedimentos e matéria orgânica;
- c) Resistividade (RES) – medição proporcional à resistividade dos fluidos presentes nos poros e inversamente proporcional à porosidade (GIAMPÁ; GONÇALVES, 2006);
- d) Sônico (SON) – medição do tempo de trânsito de um pulso acústico entre dois pontos fixos de uma formação no poço.

Na fase 3, foram selecionados os dados geofísicos mais coerentes e com melhor qualidade, para evitar a utilização de dados atenuados ou espúrios devido a efeitos de poço, como arrombamento, por exemplo. Foram então geradas curvas compostas, que representavam os dados mais significativos, juntando as aquisições, em tempo real (*Logging While Drilling – LWD*) e a cabo de perfilagem. (*Wireline Logging – WL*). (Figura 13) Foram gerados perfis e realizada a análise das curvas e suas relações, com intuito da correlação com os perfis compostos (PC) e demarcar os marcos estratigráficos mais relevantes ao estudo.

Pela reinterpretação dos poços foram selecionados marcos baseados nas respostas mais marcantes nos perfis analisados, cuja finalidade era de guia para a amarração e correlação entre os poços. Foram selecionados 5 marcos, elencados abaixo:

- a) MARCO 1 Mioceno Médio (Marco Cinza);
- b) MARCO 2 Eo-Oligoceno (Marco Azul);
- c) MARCO 3 Limite K-Pg (Cretáceo - Paleógeno);
- d) MARCO 4 Topo do Sal;
- e) MARCO 5 Base do Sal.

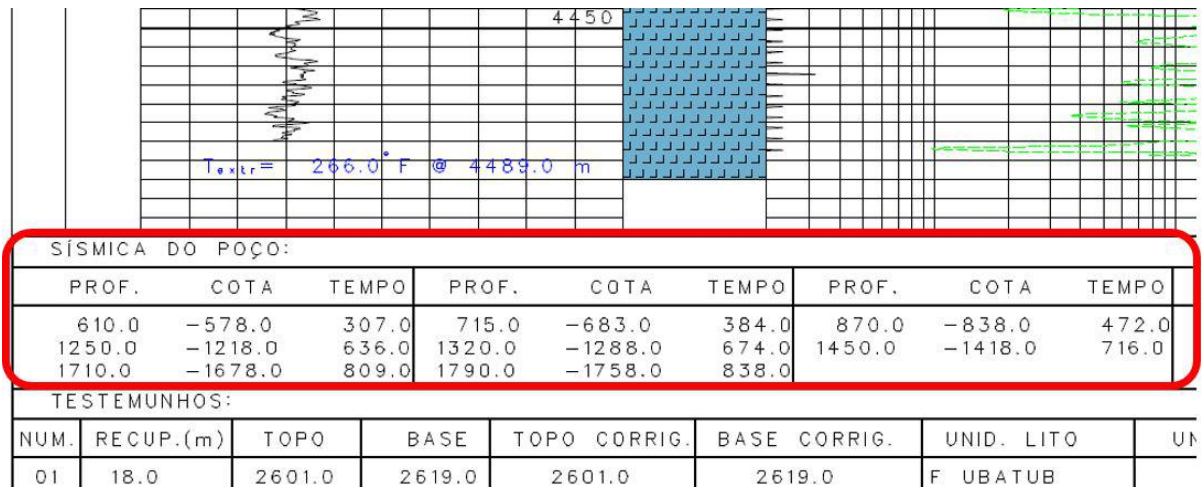
Figura 13 - Exemplo de reinterpretação realizado no poço 1-RJS-066.



Legenda: Através desta ferramenta foi possível comparar os dados existentes nos perfis compostos, separar potenciais reservatório de rochas não reservatório, marcar topos de formação, realizar adequação cronoestratigráfica e litoestratigráfica de acordo com demais poços avaliados e a carta estratigráfica vigente. Os destaques em azul o Marco Azul e em verde a transição do limite K-Pg. As linhas sólidas vermelhas correspondem a mudanças de tendências nos perfis geofísicos.

Fonte: O autor, 2018.

Figura 14 - Dados de *checkshot* de um poço disponibilizado nos perfis compostos.



Legenda: O retângulo em vermelho mostra os dados de *checkshot*, disponíveis em cada poço.

Fonte: O autor, 2018.

2.3 Análise Sísmica

Concluída a preparação e interpretação dos dados dos poços, partiu-se para o trabalho no cubo sísmico com a utilização do software *OpendTect*. Foram listados os pontos de *checkshot* que constavam nos perfis compostos (Figura 14), convertendo-os em TWT (*Two-Way Time*) e gerados arquivo .las, a fim de utilizá-los no cubo sísmico em tempo (Figura 15).

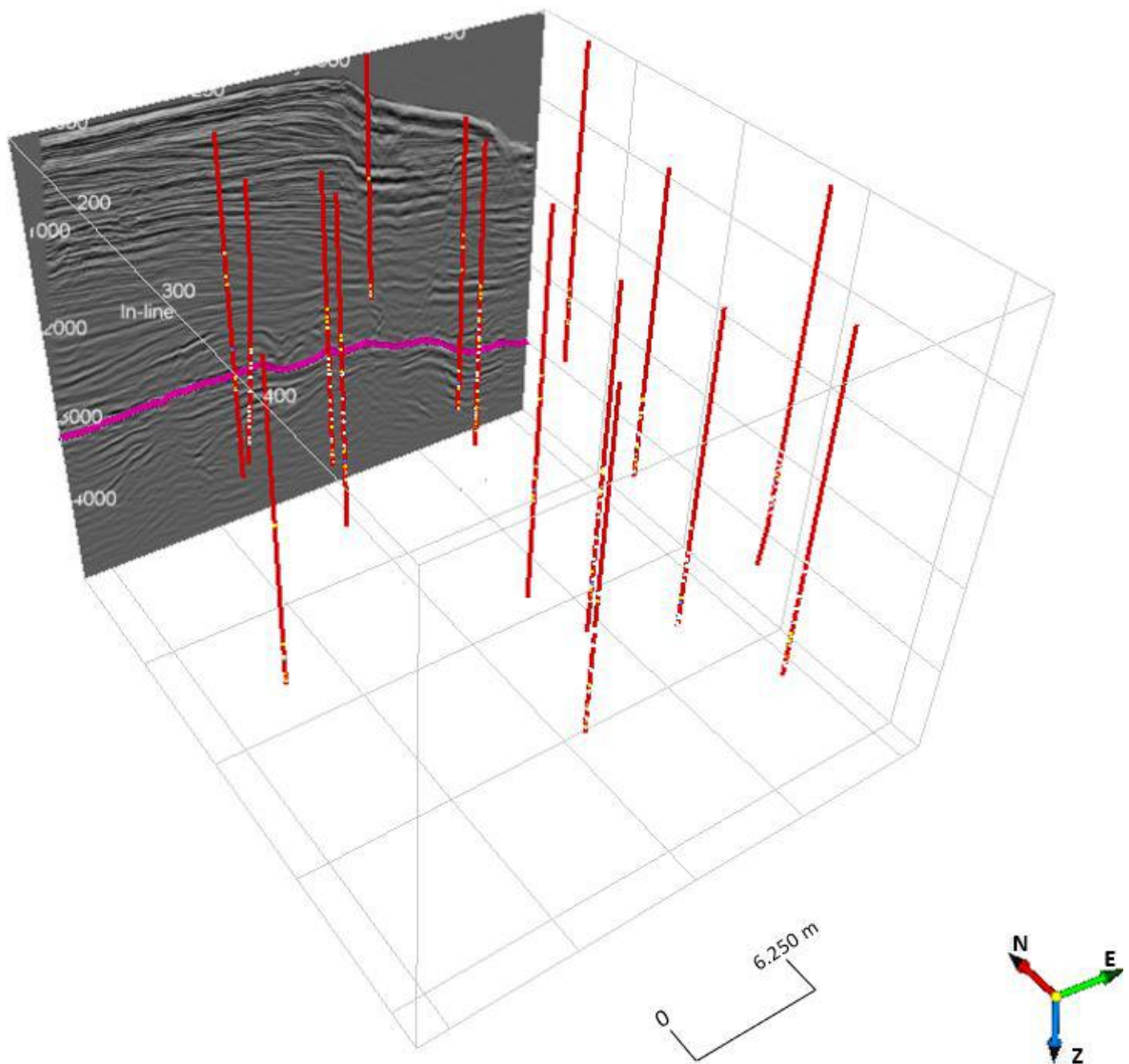
Para os marcos escolhidos, os tempos sísmicos de amarração foram obtidos de forma direta, através do *checkshot* ou indireta, por interpolação da velocidade intervalar entre dois (2) pontos de *checkshot*, além da correlação dos perfis geofísicos com os refletores no cubo sísmico e através da correlação direta entre os poços.

Prosseguindo o estudo, optou-se por trabalhar com cubo sísmico com exagero vertical configurado no *OpendTect* a *Apparent Velocity* de 10.000 m/s, afim de ressaltar as estruturas com relação a sua inclinação e intensidade, assim como a escolha do filtro "*Faults*", inicialmente para compor a análise estrutural do cubo sísmico.

A interpretação sísmica foi iniciada pelo mapeamento estrutural deste cubo, com a identificação de falhas (Figura 16). Foram mapeadas pelas *inlines* e verificadas, de forma sistemática pelas *crosslines* e *time slices* para melhor análise e confiabilidade dos resultados. Optou-se por dividir o cubo sísmico em 3 regiões: região A (REG-A, em azul), região B (REG-B, em vermelho) e região C (REG-C, em verde), conforme demonstrado na Figura 16, buscando evidenciar a distribuição em cada região.

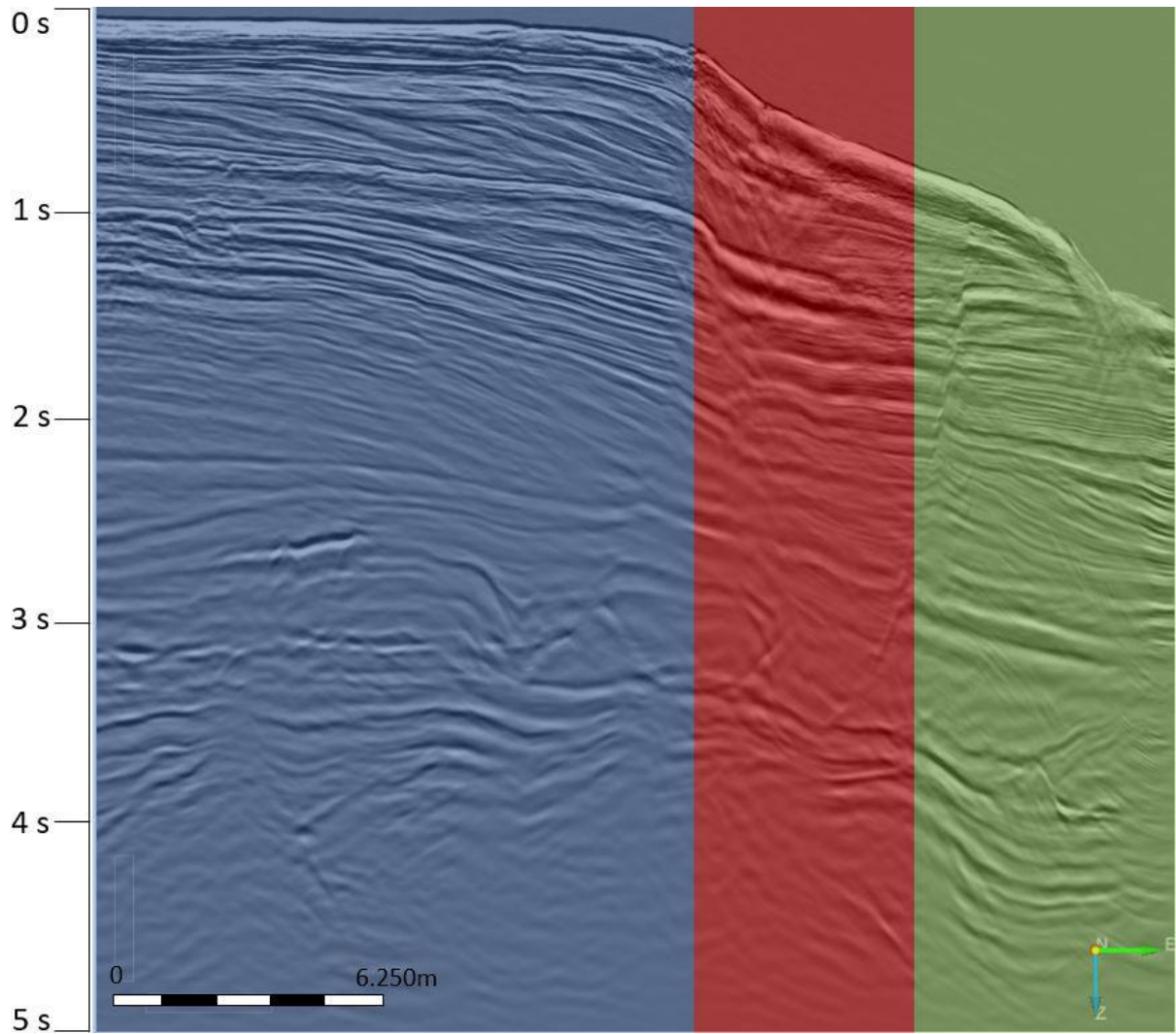
O mapeamento das falhas foi realizado com densidade 1/5, ou seja, uma (1) *inline* a

Figura 15 - Poços seleccionados carregados no cubo sísmico.



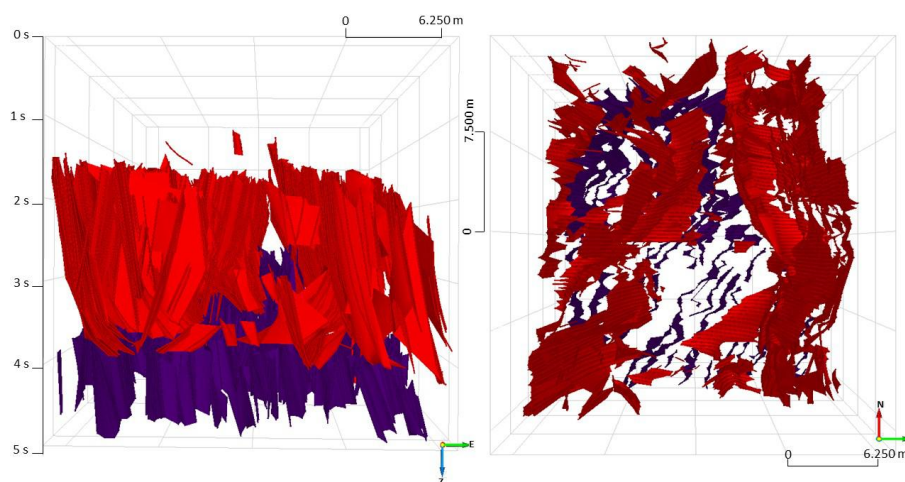
Legenda: Em vermelho, os 16 poços carregados e amarrados no cubo sísmico em tempo com os dados de *checkshot*. Na sísmica, em rosa, o horizonte que representa a base do sal.
Fonte: O autor, 2018.

Figura 16 - Separação de áreas para mapeamento estrutural.



Legenda: À esquerda (REG-A, em azul), ao centro (REG-B, em vermelho) e à direita (REG-C, em verde)
Fonte: O autor, 2018.

Figura 17 - Vista das falhas mapeadas.



Legenda: À esquerda, W-E, e à direita, de topo. Em vermelho, falhas mapeadas acima do sal e, em roxo, falhas mapeadas abaixo do sal.

Fonte: O autor, 2018.

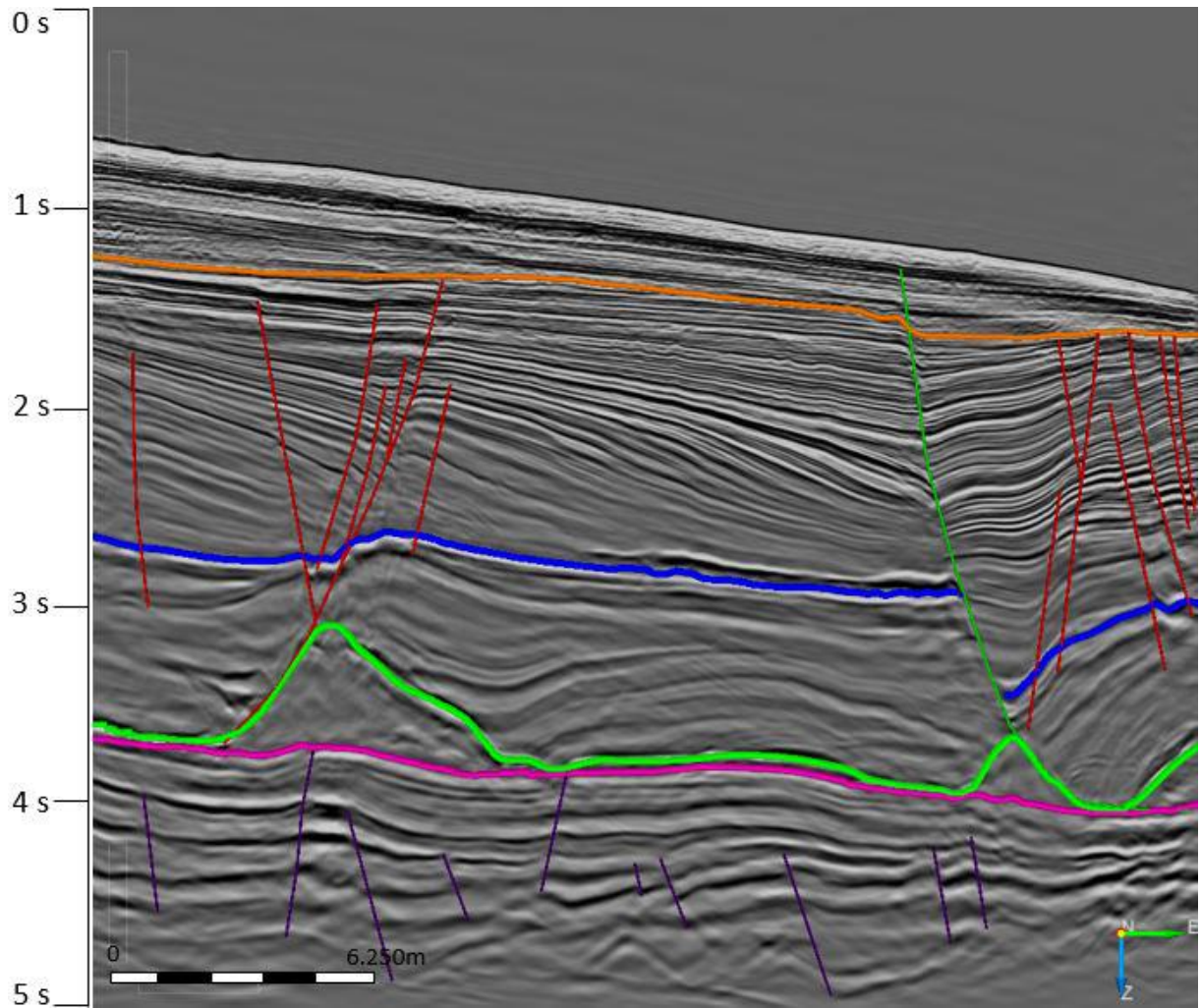
cada 5 era analisada, a fim de acompanhar o desenvolvimento das estruturas. Foram traçados, em primeiro momento, as falhas no setor REG-B, pertencentes ao compartimento Central. Em seguida, o mesmo processo foi realizado na porção oeste e leste (REG-C e REG-A) (Figura 17).

Observou-se que na REG-A, na porção inferior do cubo sísmico, abaixo de 3 segundos, encontra-se a maior concentração de falhas, enquanto a região REG-C possui um sistema de falhas mais intenso acima de 3 segundos. Na parte central, REG-B, verificou-se uma região limitada por 2 falhas normais principais, formando uma minibacia, com falhas localizadas acima de 3 segundos.

Os marcos estratigráficos previamente selecionados foram marcados no cubo sísmico com densidade 1:1, ou seja, uma (1) análise a cada *inline* com verificação nas *crosslines* e *time slices*, a fim de corroborar a interpretação (Figura 18). Os horizontes foram analisados e concluiu-se que o Marco K-Pg não foi tão relevante para a análise, tendo em vista que o mesmo não delimitava domínios tectônicos como os Marcos Cinza, Topo e Base do Sal ou o Marco Azul, que este serviu como guia para a interpretação do Arenito Marlim. Por fim, puderam ser gerado 4 mapas de isócronas referente a este marcos citados, correlacionados ao longo dos poços distribuídos no volume sísmico disponível após a calibração dos mesmo utilizando os *checkshots*.

Os resultados encontrados quando do mapeamento das falhas e horizontes, foram integrados para se compreender a história evolutiva e as compartimentações resultantes neste trecho da bacia.

Figura 18 - *Inline* 319, interpretada com a marcação dos horizontes e falhas.



Legenda: Em vermelho, roxo e verde as falhas mapeadas. Os 4 horizontes marcados: Marco Cinza (laranja), Marco Azul (azul), Topo do Sal (verde) e Base do Sal (roxo).

Fonte: O autor, 2018.

3 RESULTADOS

3.1 Interpretação dos dados de poços

A realização da análise dos dados e reinterpretação dos poços, partindo apenas da análise dos perfis geofísicos selecionados (GR, RES, SON, DEN e NEU), buscava identificar e qualificar quebras e mudanças nos *trends* dos perfis que resultariam em importantes informações para a futura correlação entre poços.

Foram observadas e catalogadas feições típicas de variações de perfis relativas a marcos estratigráficos e topos de formação citadas por Winter, Jahnert e FRANÇA (2007) e comparadas com as litologias interpretadas e topos descritos nos perfis compostos disponibilizados, possibilitando correlacionar os poços com maior precisão.

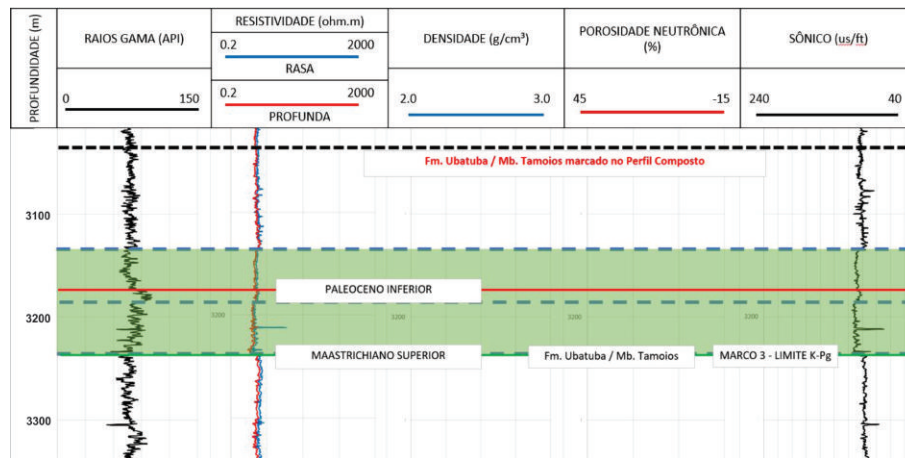
Em contrapartida, foram observados erros recorrentes nas marcações de topos de formação em perfis compostos, como o observado no poço 1-RJS-356, cujo o topo da Fm. Ubatuba / Mb. Tamoios, foi interpretado e marcado na discordância entre o Paleógeno e o Cretáceo limite K-Pg (Marco 3, na presente dissertação), anteriormente denominado de limite “K-T”, (Cretáceo-Terciário), na qual a disparidade entre o realizado neste trabalho e o que consta no perfil composto chega a aproximadamente 200 m (Figura 19). A identificação do Marco 3 pode ser corroborada na figura 13.

A reinterpretação com finalidade de conferir os topos de formação e marcos estratigráficos ganhou grande importância devido as inconsistências observadas. Estes marcos foram utilizados para amarração do poço na sísmica, logo, a sua correta identificação era imprescindível a fim de evitar análises incorretas. A confecção de uma base de dados sólida compôs um dos objetivos desta dissertação.

O Mioceno Médio, conhecido como Marco Cinza (VIANA; CASTRO; KOWSMANN, 1990; ARAI, 2006) também conhecido como Discordância Tortoniana (SHIMABUKURO; ARAI, 1999; ARAI, 2006), corresponde a uma discordância erosiva relacionada a um rebaixamento significativo do nível do mar, causado pela formação da calota glacial da Antártida. O deslocamento das curvas de Resistividade e Sônico, que também sofrem um deslocamento para a esquerda, indicam que este trecho se mostra mais lento e poroso que as unidades adjacentes. Essa característica está associada a diferença entre os sedimentos sotopostos e sobreposto a esta superfície erosiva (Figura 20).

O Marco Azul, denominado de Marco 2 (Figura 21), corresponde a uma seção condensada formada por uma camada carbonática rica em cocólitos *Braarudosphaera*, associada a uma superfície de inundação máxima (SIM). Faciologicamente, é caracterizada por *mudstones* e margas, em detrimento aos folhelhos descritos sobre e sotopostos. Possui representatividade em praticamente todos os poços. Nos perfis, observamos uma queda dos valores de Raios Gama

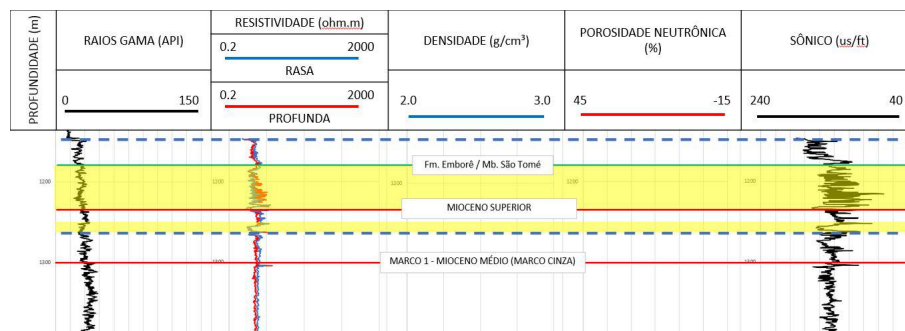
Figura 19 - Poço 1-RJS-356. Divergência na identificação e marcação do topo da Fm. Ubatuba / Mb. Tamoios



Legenda: Evidenciada divergência entre a marcação no perfil composto e nos demais poços, chegando a aproximadamente 200 m. Linha preta tracejada: Topo da Fm. Ubatuba / Mb. Tamoios marcado no perfil composto; linha sólida vermelha: Paleoceno Inferior; linha sólida verde: Topo da Fm. Ubatuba / Mb. Tamoios reinterpretado; linha tracejada azul: mudança nas tendências dos perfis geofísicos e retângulo verde: assinatura em perfis geofísicos da entrada na Fm. Ubatuba / Mb. Tamoios.

Fonte: O autor, 2018.

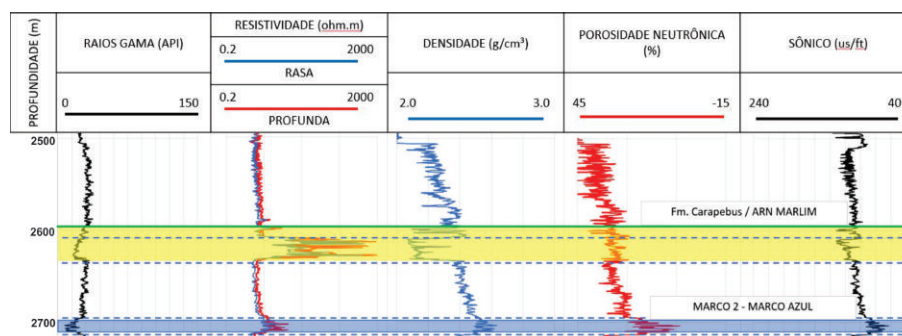
Figura 20 - Poço 3-MRL-3-RJS. Identificação do Mioceno Médio (Marco Cinza - MARCO 1).



Legenda: Identificação do Mioceno Médio (Marco Cinza - MARCO 1), Mioceno Superior e do topo estratigráfico da Fm. Emborê / Mb. São Tomé. Linha sólida vermelha: Mioceno Superior e Mioceno Médio (Marco Cinza, MARCO 1); linha sólida verde: Topo da Fm. Emborê / Mb. São Tomé; linha tracejada azul: mudança nas tendências dos perfis geofísicos e retângulos amarelos: arenitos São Tomé.

Fonte: O autor, 2018.

Figura 21 - Poço 3-MRL-004-RJS. Identificação do Marco Azul (MARCO 2).



Legenda: Identificação do Marco Azul (MARCO 2) e o Arenito Marlim da Fm. Carapebus. Linha sólida verde: Topo da Fm. Carapebus / Arenito Marlim; linha tracejada azul: mudança nas tendências dos perfis geofísicos; retângulos amarelos: arenitos Marlim e retângulo azul: Marco Azul (MARCO 2).

Fonte: O autor, 2018.

e aumento dos valores de Densidade, associada a presença dos carbonatos, além da queda nos valores de Neutrão e Sônico e aumento dos valores de Resistividade, que estão relacionadas com a diminuição da porosidade da rocha.

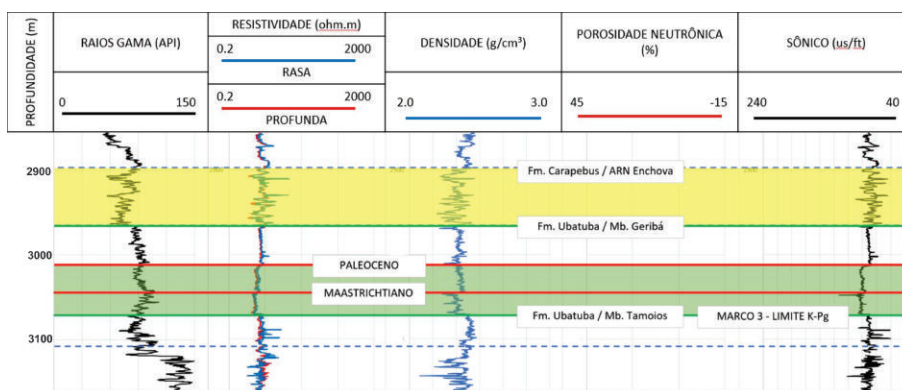
O Limite K-Pg (Marco 3, figura 22) foi constatado por uma assinatura característica nas curvas de perfil. O perfil de Raios Gama (GR) tende a apresentar uma queda em seus valores, enquanto Resistividade (RES), Densidade (DEN) e Sônico (SON) um deslocamento abrupto para direita, indicando uma rocha mais densa e com menor porosidade. O Limite K-Pg está ligado a transição Fm. Ubatuba/Mb. Geribá de idade paleógena para a Fm Ubatuba/Mb. Tamoios de idade cretácea.

Além dos marcos acima, o topo e a base dos evaporitos da Fm. Lagoa Feia/Mb. Retiro (Figura 23) foram interpretados devido a sua importância na compreensão da estruturação e deformação dos sedimentos entre a sequência transicional e *drifte*. Em perfil, sua caracterização é simples: Raios Gama (RG) e Densidade (DEN) e Sônico (SON) possuem valores baixos, associados a halita, em contrapartida o perfil de Resistividade (RES) apresenta valores que ultrapassam valor de 2.000 Ohm.m (Figura 24).

3.2 Interpretação sísmica

A partir da consolidação na base de dados, dos perfis geofísicos e da reinterpretação dos poços, realizou-se a interpretação sísmica com foco na análise estrutural no cubo sísmico. O mapeamento das falhas teve por objetivo compreender o contexto estrutural da área, sua história evolutiva e como as mesmas influenciaram na deposição das areias turbidíticas.

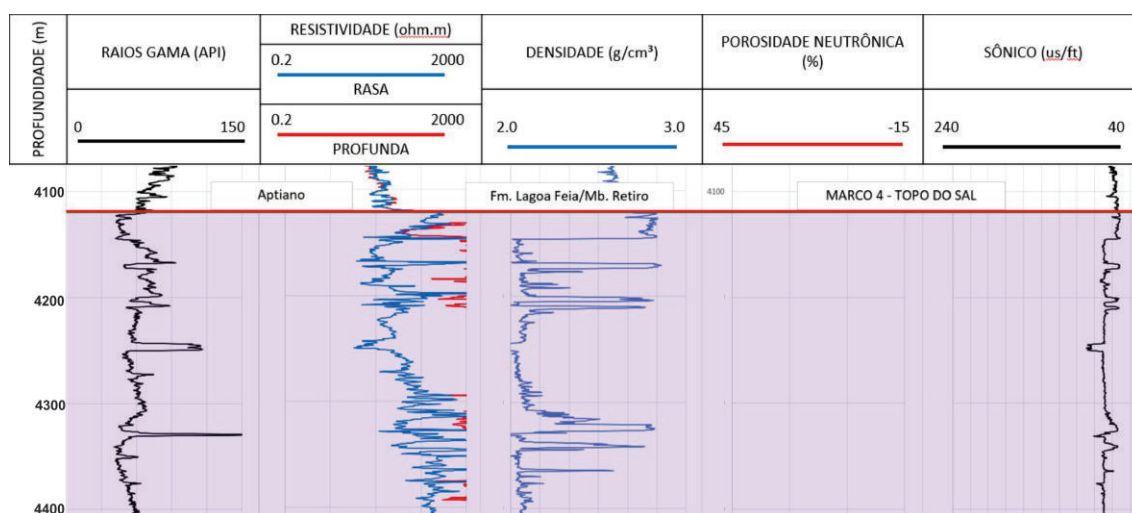
Figura 22 - Poço 1-RJS-066. Identificação do Limite K-Pg (MARCO 3).



Legenda: Identificação do Limite K-Pg (MARCO 3), Arenito Enchova da Fm. Carapebus. Linha sólida vermelho: Paleoceno e Maastrichtiano; linha sólida verde: Topo da Fm. Ubatuba / Mb. Tamoios; linha tracejada azul: mudança nas tendências dos perfis geofísicos; retângulo amarelo: arenitos Enchova e retângulo verde: assinatura em perfis geofísicos da entrada na Fm. Ubatuba / Mb. Tamoios.

Fonte: O autor, 2018.

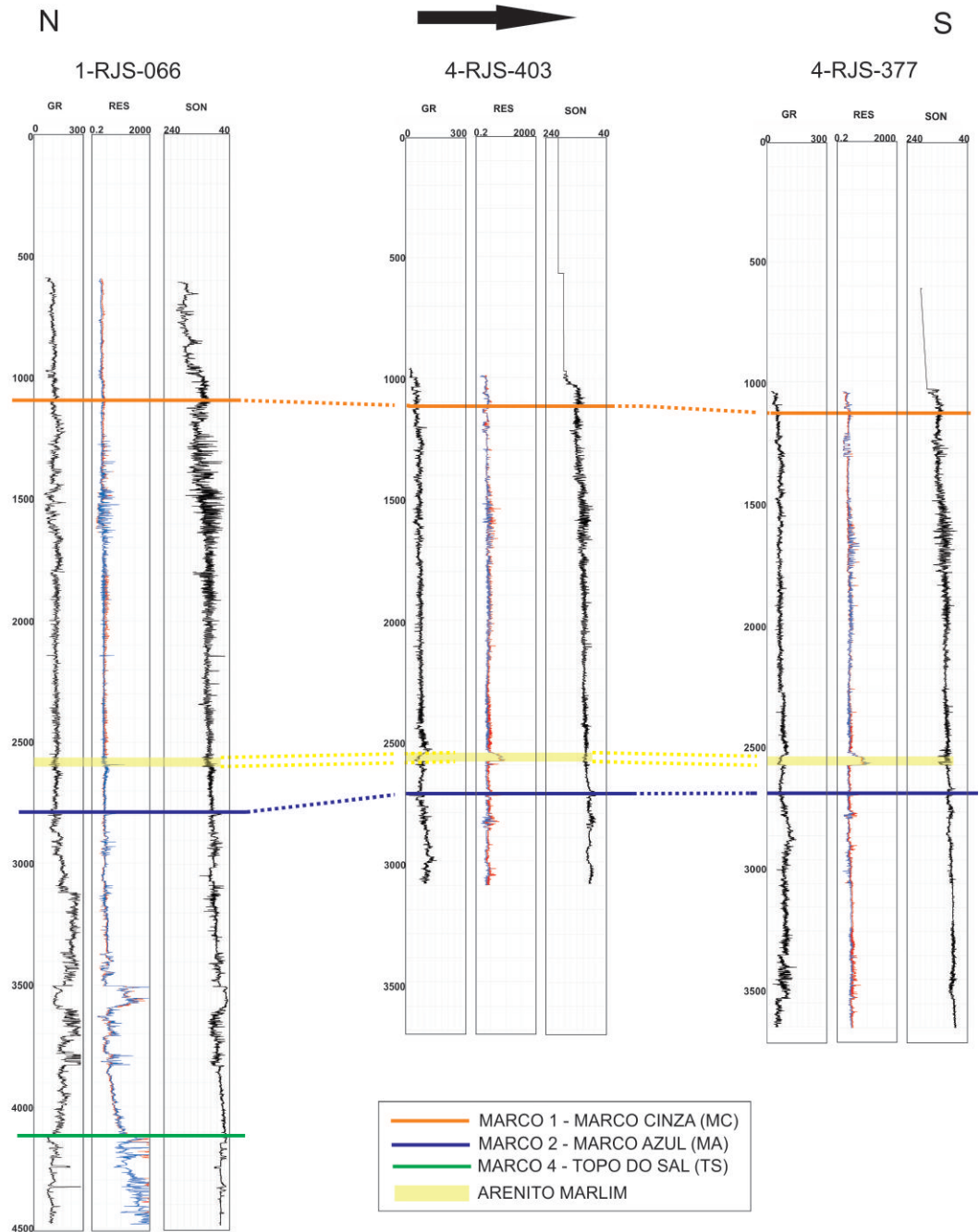
Figura 23 - Poço 1-RJS-066. Identificação da Fm. Lagoa Feia/Mb. Retiro (MARCO 4).



Legenda: Identificação do topo do sal, Fm. Lagoa Feia/Mb. Retiro (MARCO 4). Linha sólida vermelho: Aptiano (Topo do Sal, MARCO 4); retângulo roxo: assinatura em perfis geofísicos da entrada na Fm. Lagoa Feia / Mb. Retiro.

Fonte: O autor, 2018.

Figura 24 - Exemplo de correlação entre os poços 1-RJS-066, 4-RJS-403 e 4-RJS-377.



Legenda: A amarração entre os Marco 1, 2 e Arenito Marlim nos 3 poços e a presença do Marco 3 no poço 1-RJS-066. Linha laranja: Marco Cinza (MARCO 1); linha azul: Marco Azul (MARCO 2); linha sólida verde: Topo do sal (MARCO 4); retângulo amarelo: arenitos Marlim.

Fonte: O autor, 2018.

O trabalho foi realizado em três setores (REG-A, REG-B e REG-C) que permitiram compreender como as diferenças estruturais que encontram-se relacionadas a mecanismos tectônicos distintos (Figura 25), apresentando as mesmas fases evolutivas descritas por Cainelli e Mohriak (1998) e Cainelli e Mohriak (1999) (Figura 4).

Após o término da etapa de identificação das falhas, se observou a existência de dois domínios tectônicos geradores das falhas, sendo denominados DT-I e DT-II. O primeiro foi associado as fase evolutivas I e II (fases rifte) relacionada a tafrogênese do Gondwana. Neste domínio (DT-I), observam-se falhas limitadas entre o embasamento e a base do sal (Figura 18), que representa a discordância da ruptura do Gondwana (*break-up unconformity*). Correspondem as falhas normais NE-SW são paralelas a costa, que corroboram com os estudos de Dias-Brito, Uesugui e Hashimoto (1987), Guardado, Gamboa e Lucchesi (1989) e Mohriak, Szatmari e Anjos (2009). (Figura 26)

O domínio tectônico (DT-II) corresponde a fase evolutiva III, IV e V (transicional e *drifte*). Constatou-se falhas normais de grande intensidade e rejeito, tendendo a falhas lítricas e falhas normais de menor intensidade, sintéticas e antitéticas, que se dividem na REG-A com direção NE-SW e na REG-B e REG-C uma direção N-S ao norte, tendendo a NE-SW ao Sul (Figura 27).

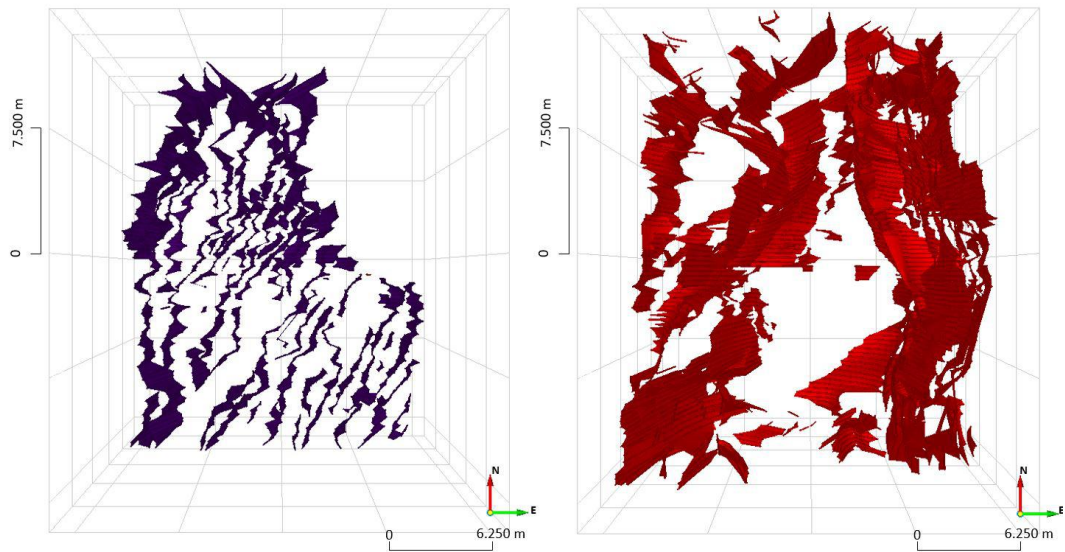
As falhas do DT-II tem sua origem associada a movimentação das camadas de sal aptianas da Fm Lagoa Feia/Mb Retiro, conhecida como halocinese ou tectônica salinífera deflagrada pelo aumento da sobrecarga sedimentar, segundo Figueiredo e Mohriak (1984). Modelos atuais enfatizam a tectônica gravitacional, indicando a influência do deslizamento de sedimentos sobre o sal (COBBOLD; SZATMARI, 1991). Mohriak, Szatmari e Anjos (2009), reforça que o padrão principal dos falhamentos estão relacionadas a tectônica gravitacional e halocinese, sendo assim, as falhas do DT-II não são relacionadas aos mecanismos do DT-I (Figura 26)

O diapirismo atuou como elemento deformador das camadas sobrepostas, a leste do Campo de Marlim, através de estruturas formadas junto aos diápiros de sal, afetando carbonatos albianos, os quais formaram as estruturas tipo casco de tartaruga, seja pela formação de minibacias que serviram como locais de deposição preferencial dos sedimentos siliclásticos superiores, porém não ultrapassando o Mioceno Médio. Observou-se relação positiva entre as formações salíferas e as falhas: nas regiões onde foram formadas minibacia, a densidade de falhas é baixa, como pode ser observado na figura 28.

Dada a grande densidade de falhas ao redor das minibacias, foram selecionadas 2 falhas principais que delimitam o Campo de Marlim, denominadas de falhas A e B, em consonância a Bizzi et al. (2003), conforme figura 29 (Figura 30).

As falhas A e B, representadas respectivamente em vermelho e verde, que delimitam o Campo de Marlim, apesar de possuírem a mesma origem, associadas a halocinese, desenvolvem-se de maneira distinta. A leste, a falha B (em verde, na figura 30) observa-se a deformação dos sedimentos passando pelo Mioceno Médio, pode chegar até o Recente, mostrando um tectonismo ativo, posterior a da falha A (figura 29). Ambas possuem importante

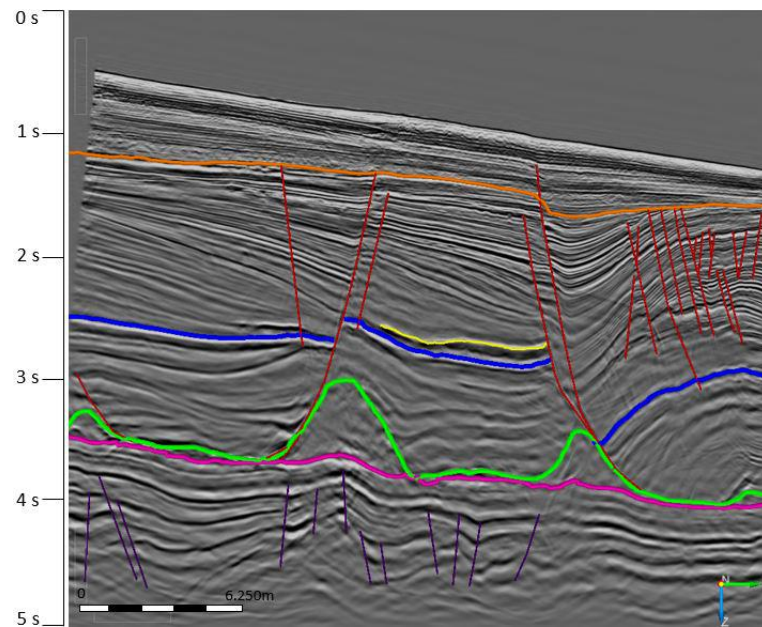
Figura 25 - Falhas mapeadas no cubo sísmico separadas pelos domínios tectônicos I e II, respectivamente à esquerda e à direita.



Legenda: Em roxo: falhas I, à esquerda em roxo e II, à direita em vermelho.

Fonte: O autor, 2018.

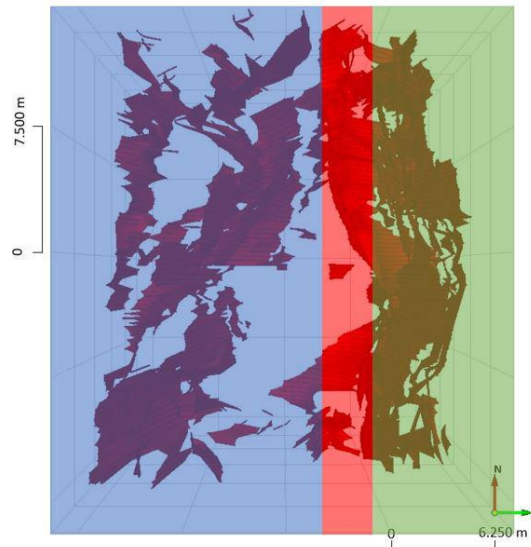
Figura 26 - Seção sísmica da *inline* 264.



Legenda: Roxo: falhas do domínio tectônico 1 (DT-I); vermelho: falhas do domínio tectônico 2 (DT-II); laranja, o Marco Cinza, azul, o Marco Azul, verde, o Topo do Sal, rosa, a Base do Sal e amarelo, o Arenito Marlim.

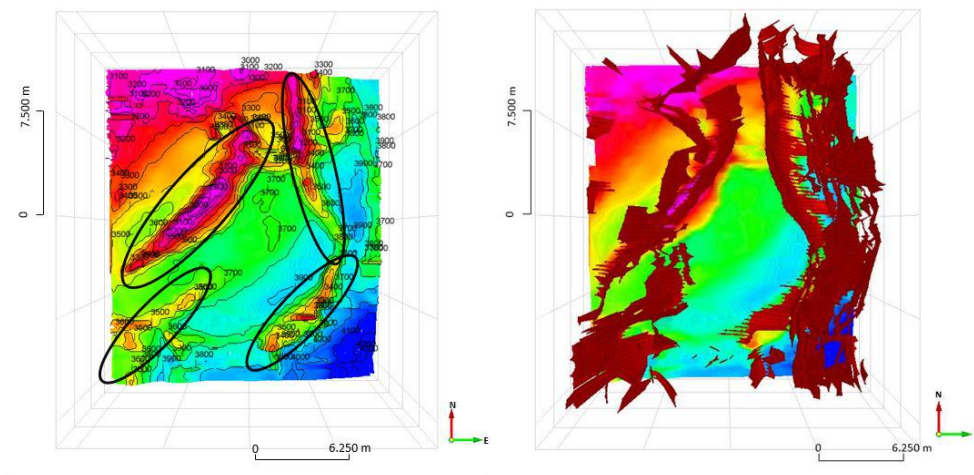
Fonte: O autor, 2018.

Figura 27 - Representação das falhas (em vermelho) do domínio tectônico II.



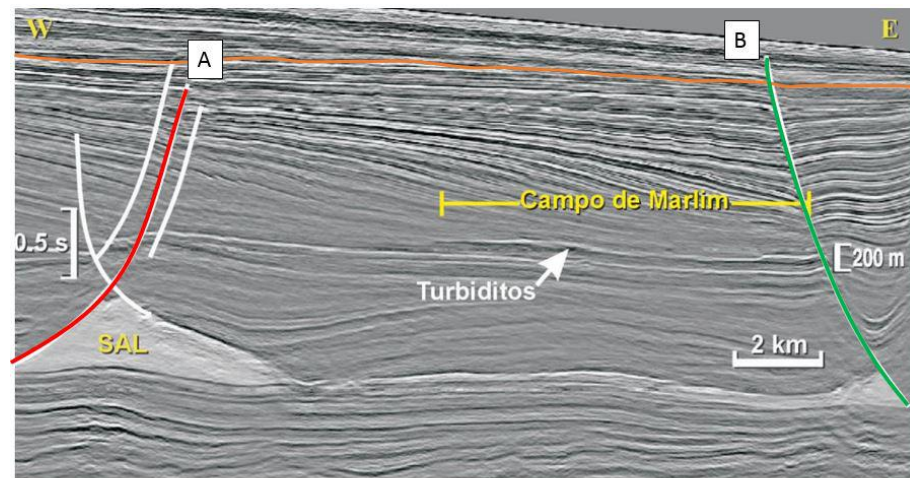
Legenda: Notar a direção preferencial NE/SW das falhas a Oeste e Sul, direção N/S a direita acima e ausência de falha no centro. Regiões: REG-A (azul); REG-B (vermelho) e REG-C (verde).
Fonte: O autor, 2018.

Figura 28 - Relação entre falhas do DT-II e diápiros de sal.



Legenda: Notar que na região central, que se refere a minibacia, a densidade de falha é baixa, relacionado a inexistência de diápiros. À esquerda, o mapa de isócronas do Topo do Sal (TS), em destaque circulado em preto, os diápiros mapeados. À direita, o mapa de isócronas com as falhas (em vermelho).
Fonte: O autor, 2018.

Figura 29 - Seção sísmica de reflexão no Campo de Marlim, Bacia de Campos.

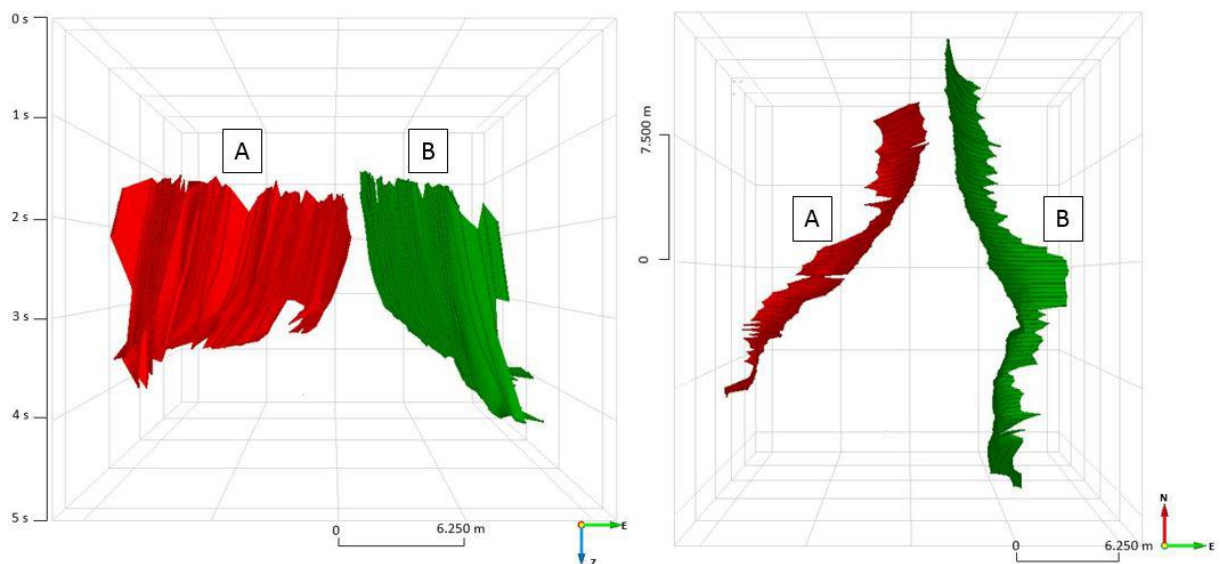


Modificado de Bizzi et al. (2003)

Legenda: As falhas que delimitam o campo de Marlim. Vermelho, à oeste: a falha A; verde, à leste: a falha B e laranja: o Mioceno Médio (Marco Cinza, MARCO 1).

Fonte: O autor, 2018 modificado de Bizzi *et al.*, 2003.

Figura 30 - Representação das falhas delimitadoras do Campo de Marlim.



Legenda: À esquerda, a visada azimutal para Norte e à direita a visada zenital. Vermelho, a oeste: a falha A; verde, a leste: a falha B e laranja: o Mioceno Médio (Marco Cinza, MARCO 1).

Fonte: O autor, 2018.

influência para as acumulações de hidrocarbonetos nos arenitos do complexo turbidítico Marlim, servindo ora como conduto migratório ora como trapa estrutural (dado seu carácter selante atual), tendo em vista o contato direto do reservatório com a zona de falha (GUARDADO; GAMBOA; LUCCHESI, 1989; BRUHN, 1999; MOHRIAK, 2003; MOHRIAK; SZATMARI; ANJOS, 2009).

Com o término do mapeamento e interpretação dos falhamentos, partiu-se para o mapeamento dos horizontes, sendo utilizados quatro (4) marcos dos cinco (5) pré-selecionados sendo: a Base do Sal (BS) (Fm. Lagoa Feia/Mb. Macabu), Topo do Sal (TS) (Fm. Lagoa Feia/Mb. Retiro), Marco Azul (MA) (idade Oligoceno Inferior, Rangel et al. (1994)) e o Marco Cinza (MC) (Mioceno Médio, Viana e Faugères (1998)) (Figura 31).

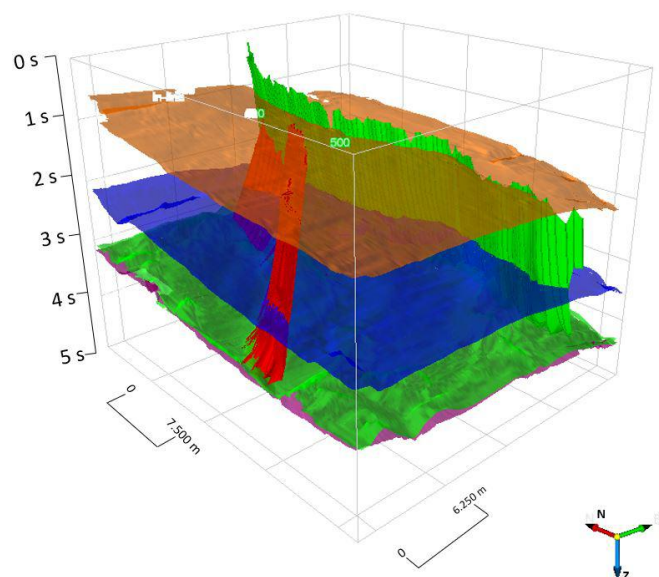
Cada horizonte foi interpretado junto com as falhas afim de corroborar as interpretações citadas acima. A partir da Base do Sal (BS), foi observado um mergulho normal das camadas NW/SE, cujas isócronas, que para sísmica, refere-se a linha que liga os pontos da chegada sincrônica das ondas sísmicas e delimitam áreas petrográficas com a mesma idade absoluta, tendem a ser paralelas a costa continental. Assim não foram observadas deformações associadas a falhas da seção rifte, excetuando-se o extremo SE, onde há um mergulho mais acentuado das isócronas. (Figuras 32, 33 e 34).

No horizonte Topo do Sal (TS), pode ser constatado a presença de diápiros de sal que tendem a estar subparalelas a costa, com direção NE/SW, excetuando ao Norte onde é observado um diápiro com direção N-NW/S-SE, tendendo mais ao sul a NE/SW, conforme as outras estruturas salíferas (Figura 35). Há uma intrínseca relação entre as falhas lítricas, em especial as A e B (Figura 36 e 37), que pode ser constata ao compara o mapa de isócronas com as falhas mapeadas. A correlação entre as estruturas é muito alta, o que reforça a componente halocinética como sendo a principal fomentadora das falhas. (Figura 36).

O terceiro horizonte interpretado foi o Marco Azul (MA), um marco de expressão regional, caracterizado por uma superfície de inundação máxima. A partir das reinterpretções dos perfis compostos pode ser observado que os reservatórios Marlim foram depositado logo acima deste marco, reforçando ainda mais sua importância no trabalho. Constatou-se no MA duas estruturas expressivas, representando a esquerda uma falha bem marcada e a direita uma minibacia associada a falha com grande rejeito (Figura 38). Notou-se que ambas correspondiam às posições das falhas A e B (Figura 39 e 40), logo, a tectônica do sal estaria atuando nos sedimentos entre o Aptiano e Oligoceno Inferior. Nota-se a NW, um baixo estrutural, com direção E/W, que pode estar relacionado a um canal alimentador dos reservatórios turbidíticos dentro do Campo de Marlim ou mesmo outros complexos turbidíticos, popularmente conhecidos como Arenito Anchova e Namorado (Figura 38).

Por fim, foi analisado o Marco Cinza (MC), que corresponde a um refletor com boa assinatura e distribuição regional, assim como Marco Azul, porém com característica erosivas, datando do Mioceno Médio. No mapa de isócrona (Figura 41), constatou-se a influência da falha B (verde), que corresponde a tectônica ativa após a o Mioceno Médio, cuja direção da

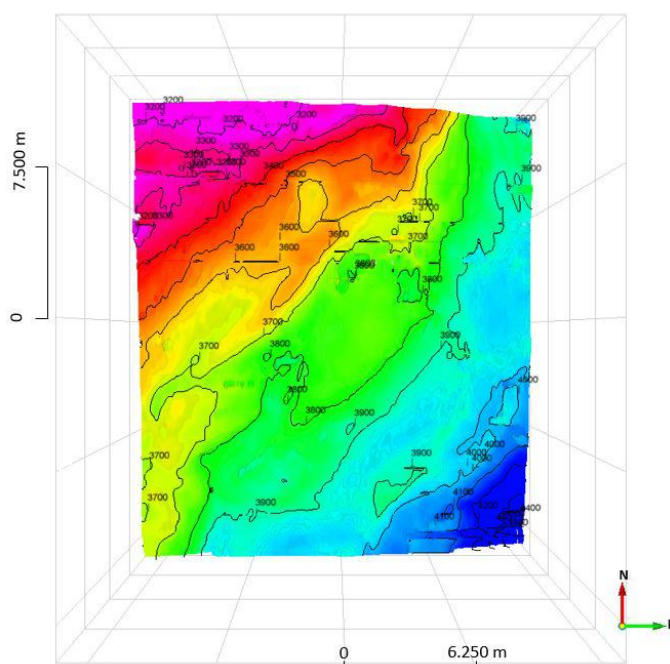
Figura 31 - Cubo sísmico com os horizontes de controle mapeados.



Legenda: Laranja: Marco Cinza (MC, MARCO 1); azul: Marco Azul (MA, MARCO 2); verde: Topo do Sal (TS, MARCO 4); roxo: Base do Sal (BS, MARCO 5); falha em vermelho (A) e falha em verde (B).

Fonte: O autor, 2018.

Figura 32 - Mapa de isócronas da Base do Sal (BS).



Fonte: O autor, 2018.