

## **4. GEOMETRIA E EVOLUÇÃO TECTONO ESTRATIGRÁFICA DO GRÁBEN DE MERLUZA**

### **4.1 Critérios utilizados na definição da geometria da Porção Norte do Gráben de Merluza e dos seus subdomínios tectônicos**

Para a definição da geometria da Porção Norte do Gráben de Merluza foi escolhido um perímetro onde foram mapeadas as falhas de borda do gráben e outras falhas caracterizadas como integrantes do mesmo sistema de falhas dessa região. No presente trabalho, o horizonte escolhido como referência para visualizar a geometria do Gráben de Merluza foi a Base da Sequência Evaporítica ou Base do Sal. Tal horizonte pode ser mapeado regionalmente na Bacia de Santos mesmo em locais onde não há presença de pacotes evaporíticos, devido a um contraste de impedância que marca o final da deposição dos sedimentos da fase “sag”, de idade aptiana.

Após essa interpretação foi gerado um mapa da base do sal com as falhas de borda do Gráben de Merluza, mostrando sua estrutura principal. A partir daí foram interpretados os segmentos dessas falhas de borda e possíveis zonas de transferência intervenientes.

Após a definição da geometria do gráben, foram selecionados alguns horizontes que melhor dividissem o gráben em domínios tectono-estratigráficos distintos. Foram levadas em consideração as relações entre esses pacotes e as falhas de borda do gráben. Seções com crescimento sedimentar contra a falha mostram uma atividade tectônica sin-deposicional, enquanto que pacotes isópacos atravessados por falhas indicam uma movimentação tectônica posterior à deposição dos sedimentos. Todas as seções sísmicas desse projeto foram utilizadas no mapeamento desses horizontes; no entanto apenas três delas, com melhor imagem e mais representativas geográfica e geologicamente, serão mostradas e detalhadas nessa dissertação. Essas três seções sísmicas, 248-0041 (figura 27), 248-0045 (figura 29) e 248-0048 (figura 31) são transversais ao Gráben de Merluza e cobrem uma boa área da sua porção norte. A maior parte dos horizontes mapeados está identificada em todas as três seções sísmicas detalhadas, pelo fato de

representarem alguma mudança no padrão de sedimentação ou por marcarem alguma descontinuidade observável em boa parte da região. No entanto, há alguns horizontes que representam apenas mudanças locais e só foram discriminados em uma ou duas dessas seções sísmicas. A Tabela 2 mostra as tectonossequências mapeadas nas seções sísmicas escolhidas.

Para posicionamento das idades dos estratos aqui identificados foram utilizadas informações disponíveis em Pequeno (2009), que mapeou diversos horizontes com idades desde o Aptiano, marcado pela identificação da Sequência Evaporítica, até o Cenozóico Médio. A divisão em tectonossequências não foi baseada em dados de poços ou de datações realizadas, inexistentes na área do gráben. Ela reflete uma mudança no padrão de sedimentação que, por vezes, pode representar a passagem de uma idade para outra, mas por outras, não. Dessa forma, as sequências aqui discutidas mostram idades aproximadas e necessitam de uma correta calibração. Mesmo assim, foi possível identificar e descrever eventos tectônicos ocorridos dentro e no entorno do Gráben de Merluza, e correlacioná-los com outras feições de idades conhecidas que ocorrem na Bacia de Santos e em áreas continentais adjacentes.

Em relação ao pacote evaporítico de idade aptiana, o topo de tal sequência é identificado por um horizonte com forte contraste positivo de impedância acústica, devido à presença de anidrita (densidade,  $d = 2,8$  a  $2,9$  g/cm<sup>3</sup> e velocidade de propagação da onda P,  $V_p = 6000$  m/s). Abaixo dessa anidrita ocorre material mais homogêneo cuja maior parte é composta por halita ( $d = 2,1$  a  $2,2$  g/cm<sup>3</sup> e  $V_p = 4500$  m/s). Eventualmente podem ocorrer algumas fortes reflexões internas no pacote evaporítico, que indicam a presença de anidrita, quando há um contraste positivo de impedância (ou picos pretos), ou de outros sais solúveis, que ao contrário, possuem contrastes negativos (ou picos brancos), tendo em vista os seus baixos valores de impedância acústica. A base do pacote evaporítico é marcada na maioria das vezes por uma pequena camada de anidrita, que nem sempre apresenta-se claramente visível no imageamento sísmico nessas seções.

Além disso, ainda foi mapeado um horizonte cronologicamente mais antigo que a Base da Sequência Evaporítica. Tal horizonte pode representar o topo do embasamento ou ainda o topo dos derrames basálticos da Formação Camboriú, de idade hauteriviana. Apesar da baixa qualidade sísmica nas partes mais profundas de todas as seções sísmicas, foi possível interpretar que tal horizonte

possui uma forte impedância acústica observável apenas em algumas porções, o que se justifica pela presença de rochas com densidade e velocidades sísmicas mais elevadas, tais como rochas ígneas e/ou metamórficas. A utilização do volume sísmico TecVA contribuiu para uma melhor visualização e consequente interpretação de tal horizonte, que neste trabalho será definido como Topo do Embasamento. Por sobre o Embasamento, a Sequência Pré-Sal ocorre como uma camada relativamente espessa onde não são observadas grandes reflexões internas. Como não foram interpretadas subdivisões dessa sequência, não é possível precisar a idade das rochas mais antigas presentes no interior e nas imediações do gráben.

Tabela 2: Relação das tectonossequências identificadas na área do projeto.

<b>TECTONOSSEQUÊNCIA</b>	<b>IDADE PRESUMIDA</b>
Sequência IX	Cenozóico (Plioceno ao Pleistoceno?)
Sequência VIII	Cenozóico (Eoceno ao Mioceno?)
Sequência VII	Cenozóico (Paleoceno ao Eoceno?)
Sequência VI	Maastrichtiano
Sequência V	Campaniano
Sequência IV	Santoniano
Sequência III	Cenomaniano ao Turoniano
Sequência II	Carbonatos do Albiano
Sequência I	Carbonatos do Albiano
Sal	Pacote evaporítico do Aptiano
Sequência Pré-Sal	Seção sedimentar entre o Embasamento e a Base do Sal – Barremiano ao Aptiano

Legenda: As idades são presumidas.  
Fonte: CARVALHO, 2013.

## 4.2 Descrição das Seções Sísmicas 2D

Neste item será detalhada a interpretação dos horizontes e falhas principais nas três seções sísmicas escolhidas para representar a área. A partir da seção mais a norte serão descritas as seguintes seções sísmicas 2D: 248-0041, 248-0045 e 248-0048. O mapa com a localização de todas as linhas sísmicas encontra-se na Figura 2, enquanto que a figura 33 mostra a posição das três seções sobre o mapa da base do sal na região do Gráben de Merluza.

### 4.2.1 Seção Sísmica 248-0041

A seção sísmica 248-0041 corta o Gráben de Merluza na sua porção norte e mostra uma característica dominante nessa região: o gráben é delimitado aqui por uma falha principal lítrica antitética a leste e uma falha secundária sintética a oeste, considerando o mergulho principal da bacia. Subordinada e subparalela à falha principal, ocorre a leste uma falha mergulhando também para leste que controla um importante horst, sobre o qual está uma muralha de sal de grande espessura, podendo atingir mais de 4500 metros. Tal pacote de sal foi observado nas demais seções sísmicas e parece acompanhar toda a extensão da porção norte do Gráben de Merluza. A borda oeste do gráben é limitada por uma falha secundária que controla outro horst. O topo do embasamento foi aqui interpretado em profundidades relacionadas a tempos duplos (TWT) de 5 a 6,6 segundos nas bordas do gráben, mostrando espessuras sedimentares relativamente pequenas entre o topo do embasamento e a base do sal. A Sequência Pré-Sal ocorre nas imediações e dentro do Gráben de Merluza. As duas falhas de borda do gráben mostram um rejeito de 1500 ms (milissegundos) no topo dessa sequência. Não foi observada a presença de evaporitos dentro da calha do gráben. As figuras 27a e 27b mostram a linha sísmica 248-0041 respectivamente no volume sísmico migrado em tempo (não interpretada) e em TecVA em tempo (interpretada). A Figura 28 mostra uma seção geológica gerada a partir da interpretação da linha 248-0041.

A sequência pré-sal apresenta espessura máxima de cerca de 2400 metros dentro da calha do gráben, considerando uma velocidade média de 4800 m/s para essa sequência. Espessuras de mesma ordem de grandeza parecem se manter a leste do gráben, ao contrário da borda oeste do mesmo, onde as rochas da Sequência Pré Sal podem atingir espessuras menores que 600 metros. Não são visíveis significativas reflexões sísmicas discordantes dentro dessa sequência, mas apenas algumas reflexões plano-paralelas, sobretudo nas imediações a oeste do gráben.

A oeste do gráben, as sequências I e II são plano paralelas (Figuras 27 e 28) e seguem em direção ao gráben por sobre um pequeno domo salino. Com isso é verificada uma diminuição na espessura do pacote sedimentar sobre o mesmo. Dentro da calha do gráben ocorre um aumento de espessura da Sequência I e ocorre um pequeno espessamento dessa seção contra a falha principal, na borda leste. A Sequência II está presente na parte interna do gráben; no entanto ela acunha abruptamente como um downlap sobre a Sequência I.

A Sequência III é caracterizada por um padrão plano paralelo a oeste do gráben, mas apresenta um considerável espessamento em direção ao fundo da calha e com crescimento de seção contra o domo de sal da borda leste do gráben. Dentro dessa sequência é possível verificar a presença de um pequeno refletor com forte impedância acústica positiva localizado no flanco oeste do domo, que pode estar relacionado a uma intrusão ígnea (Figura 27b). A Sequência IV também apresenta um padrão plano-paralelo a oeste do gráben, mas dentro do mesmo apresenta uma configuração de mini-bacia, ou seja, há um espessamento da mesma no fundo do gráben. Os sedimentos das sequências V, VI e VII encontram-se dispostos plano paralelamente às demais camadas e pouco alteram a sua característica na região do Gráben de Merluza. No máximo mostram um pequeno espessamento no centro do gráben. A falha secundária do gráben atravessa as sequências inferiores até o topo da Sequência VII. A Sequência VIII cobre as imediações e o Gráben de Merluza sem grandes variações na sua espessura, sendo apenas afetada pela presença de espesso pacote salino no flanco principal do gráben. O topo dessa sequência é marcado por uma discordância por sobre a qual estão depositados os sedimentos da Sequência IX, que mostram um padrão progradacional em direção “offshore”. Nas Sequências V e IX foram observados arqueamentos que podem estar relacionados a inversões tectônicas locais.

Figura 27: Seção sísmica 248-0041.



Legenda: Em (A) sísmica migrada em tempo e em (B) reprocessamento TecVa com interpretação. Na seção inferior estão indicadas as idades presumidas para cada horizonte. As estrelas vermelhas mostram porções onde poderiam haver pequenas inversões tectônicas (à esquerda das estrelas). A seta vermelha indica uma possível intrusão ígnea. A escala vertical é em milissegundos.  
 Fonte: CARVALHO, 2013.