

## Capítulo 4. RESULTADOS

### 4.1 Síntese da Etapa de Campo

Essa etapa de estudo foi chefiada pela Profa. Dra. Mônica Heilbron, minha orientadora e pelo meu co-orientador Prof. Dr. Marcelo Sperle Dias que proporcionaram a realização de um cruzeiro de pesquisas, no qual foram operados um equipamento de levantamento batimétrico e um perfilador de sub-fundo de alta-frequência. As condições climáticas e meteorológicas colaboraram em muito para o sucesso da expedição e as linhas sísmicas obtidas apresentaram ótima qualidade de resolução e um “optimum” nos quesitos penetração e resolução, proporcionando uma performance de boa qualidade na obtenção dos registros sísmicos no cruzeiro de pesquisa.

Uma vez que a escassez de dados na localidade era a principal causa para a elaboração do cruzeiro de pesquisa, e devido principalmente ao relevo acidentado e baixas cotas batimétricas, com lajes e recifes aflorantes, foi utilizada uma embarcação de baixo calado, e a escolha das linhas sísmicas foi minuciosamente elaborada de modo a minimizar os riscos de dano ao equipamento e ao projeto. O alinhamento Ponta do Pai Vitório - Ilha Feia, visualmente implica no alinhamento da falha do Pai Vitório (Foto 2). A face norte da Ilha Feia se apresenta como uma escarpa de aproximadamente 50 metros e sugere o deslocamento de blocos (rejeito) dentro de uma falha normal que, por todas as evidências sugere que seria a conexão da falha do Pai Vitório com a falha da borda sul do Gráben de Barra de São João (Mohriak & Barros, 1990).

As linhas levantadas estão representadas pela figura 19.

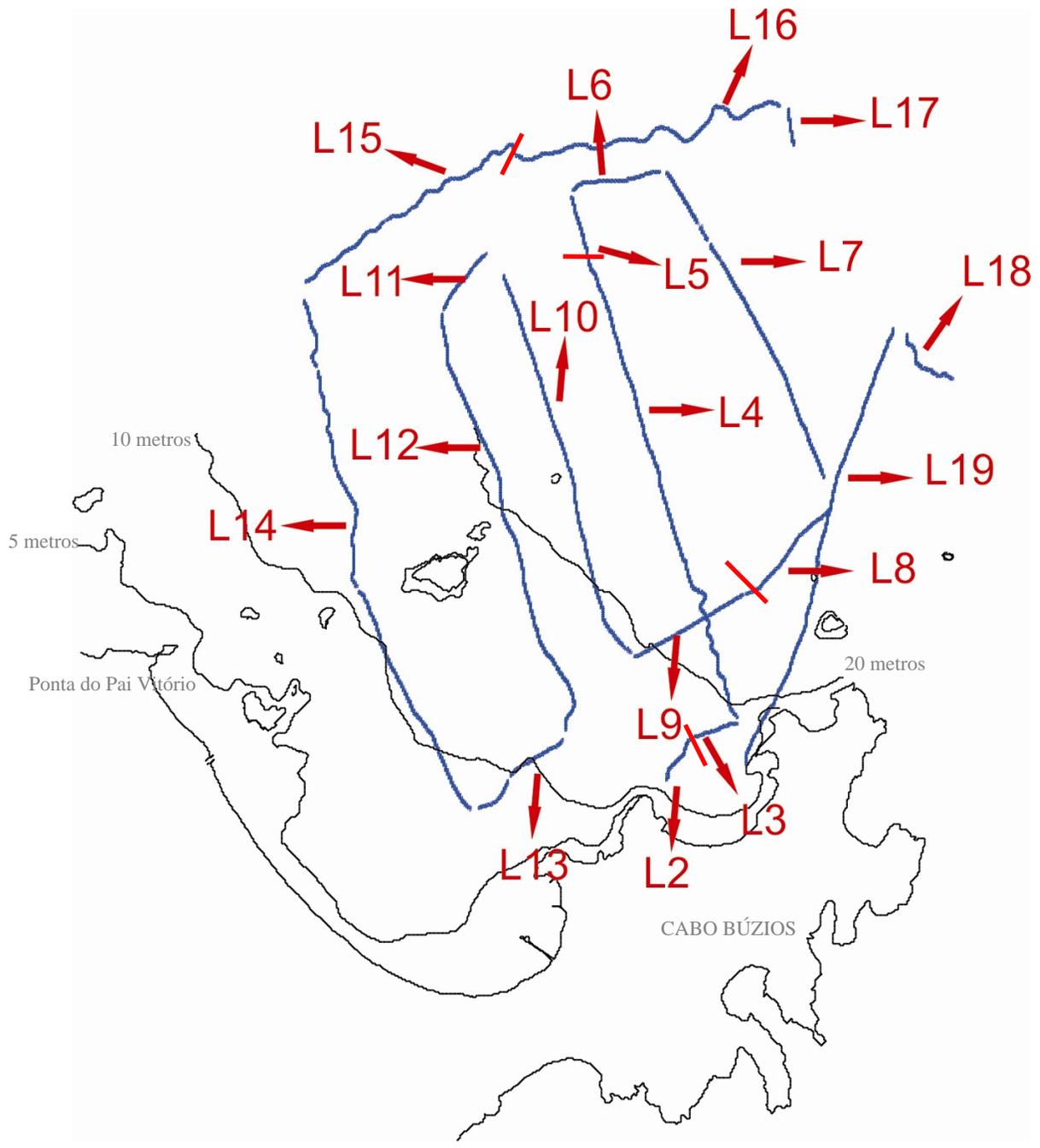


Figura 19: Localização das linhas sísmicas efetuadas e a numeração estabelecida de acordo com a navegação.

Todo o aparato de prospecção geofísica foi instalado no barco utilizado na tarde anterior ao cruzeiro de pesquisa, restando apenas pequenos ajustes e calibração do equipamento na manhã do levantamento. A foto 7 e 8 mostra a disposição do equipamento de bordo na cabine da embarcação.



Fotos 7 e 8: Panorama do equipamento instalado na cabine da embarcação utilizada

Podemos visualizar nas foto 7 e 8, as quais mostram o lado direito e esquerdo da cabine de comando, o processador de bordo com um computador do tipo “laptop”. Ao lado mais à direita um monitor no qual se podia observar o registro sísmico em tempo real. A foto 8, do lado esquerdo da cabine, mostra os equipamentos de controle da embarcação. Atrás do piloto foi instalado o ecobatímetro, (foto11) o qual não pode ser visualizado nessa foto, para dupla conferência da profundidade local. No topo da cabine de comando, do lado externo, foram instalados os equipamentos de posicionamento, o GPS e o DGPS (Digital Global Positioning System), o qual forneciam nossa posição em tempo real. A utilização de dois equipamentos de posicionamento por satélite, foi uma estratégia utilizada para a aumentar a precisão de nossa posição geográfica, visto que um posicionamento com maior precisão fornece maior certeza e qualidade dos dados obtidos.

No deck de proa da embarcação, foi lançado o perfilador de fundo (Raia), foto 9.



Foto 9: Perfilador de subfundo Geostar SB-216 S (Raia).

O perfilador de subfundo foi rebocado a uma profundidade constante de 2 metros abaixo do nível do mar, profundidade considerada ideal para o levantamento dentro da área de estudo. Devido às suas propriedades hidrodinâmicas (quilha e sua forma pisciforme), o mesmo se manteve estável durante todo o levantamento.

Na foto 10, visualiza-se o lançamento do perfilador do deck de popa da embarcação.



Foto 10: Lançamento do perfilador de subfundo para iniciar o reboque.

Todos os equipamentos trabalhavam interconectados. O processador de bordo, o qual reunia todas as informações de dados geofísicos, os armazenava. Os dados geofísicos (registros sísmicos) foram armazenados no formato SEG-Y, o qual é um formato padrão internacional elaborado pela Sociedade de Exploração Geofísica (Society of Exploration Geophysicists) em Houston, Texas, EUA. O laptop, posicionado acima do processador de bordo, adquiria o posicionamento e nos informava em tempo real nossa navegação. As linhas propostas e a linha de costa, bem como todas as informações necessárias para uma navegação segura foram plotadas no display do laptop.

A foto 11 expõe o ecobatímetro Raytheon utilizado, localizado atrás do piloto, durante sua fase de calibração. A calibração se efetuou variando a profundidade do transdutor / receptor à profundidades pré-estabelecidas, através de uma haste; por isso podemos visualizar na foto os diferentes níveis verticais de variação. A profundidade também pode ser lida no display digital, localizado à direita da foto.



Foto 11: Ecobatímetro Raytheon (durante a fase de calibração).

Nas fotos 12 e 13 podemos visualizar o monitor expondo um registro sísmico em tempo real. Nota-se a superfície do assoalho marinho e as camadas de sub-fundo. O assoalho marinho encontra-se mais regular que o subfundo, o qual intercalam-se camadas de sedimento mais grosseiro (maior impedância acústica) e uma camada de sedimentos mais finos (menor impedância acústica). A diferença entre as impedâncias acústicas origina os refletores sísmicos e evidenciam camadas paralelas e subparalelas no sub-fundo que posteriormente são interpretadas como feições estruturais.



Foto 12: Exemplo de registro sísmico em tempo real no monitor de bordo.



Foto 13: Exemplo de registro sísmico em tempo real no monitor de bordo.

Em geral nos perfis sísmicos analisados e interpretados na área de estudo, podemos encontrar o embasamento sísmico, que é representado pela ausência de reflexões sísmicas após uma determinada profundidade. Devido às características do equipamento de prospecção sísmica utilizado (alta frequência), o embasamento sísmico ocorreu à uma profundidade bem rasa (em torno de 20 – 25 metros de subfundo). Esse embasamento sísmico também foi interpretado como o embasamento cristalino sugerindo uma deposição sedimentar pouco efetiva. Devido aos perigos de navegação peculiares da área (arrecifes e lages aflorantes) foi possível apenas a realização de uma linha perpendicular à principal área de interesse e de quatro outras linhas de navegação (semi-paralelas) à leste da Ilha Feia. Uma vez que a direção aproximada do alinhamento (Ponta do Pai Vitório – Ilha Feia) é de aproximadamente 70° NW, tentou-se estabelecer uma perpendicularidade planejando-se as linhas de navegação na direção de 20° NE (denominadas de linhas “strike”, no presente trabalho) e linhas quasi-paralelas a direção do alinhamento, com direção aproximada de 60° - 70° NW (denominadas linhas “dip” e\ou de controle, no presente trabalho). As direções médias das isóbatas estabeleceram aproximadamente um angulo de 10° a 20° NE com as linhas “strike” e aproximadamente 90° - 100° NE com as linhas “dip”.

Acredito que o levantamento sísmico deste presente trabalho somente venha a colaborar para que a hipótese da conexão da Falha do Pai Vitório com o Gráben de Barra de São João, seja elucidada. Uma vez que as evidências comprovadas de atividades de falhas no Terciário estavam principalmente concentradas na extremidade nordeste da Bacia de Campos, acerca do Cabo de São Tomé e a maioria das falhas estariam associadas à tectônica de sal e os descolamentos dos blocos na fase rift (Mohriak, 1984; Mohriak & Barros, 1990). Foram produzidas 13 linhas sísmicas.

## 4.2 As Linhas Sísmicas

As linhas ou perfis sísmicos fornecidas pelo Prof. Dr. Marcelo Sperle Dias foram descarregadas do processador de bordo do equipamento Geostar (download), em número de 13 juntamente com os 13 arquivos XYZ de navegação. A tabela 1 apresenta os dados:

<b>LINHAS</b>	<b>Navegação</b>	<b>Latitude inicial</b>	<b>Longitude inicial</b>	<b>Classe</b>	<b>Hora Inicial</b>	<b>Hora Final</b>
11_40_13	L2	202675.88	7481619.50	DIP	11:40:30	11:44:46
11_44_13	L3	203013.40	7482147.03	DIP	11:44:59	11:48:59
11_49_13	L4	203562.06	7482392.34	STRIKE	11:49:36	12:33:15
12_33_13	L5	201668.81	7488165.13	STRIKE	12:33:26	12:38:26
12_39_13	L6	201490.41	7488954.13	DIP	12:39:21	12:47:00
12_47_13	L7	202663.93	7489167.32	STRIKE	12:47:42	13:15:25
13_20_13	L8	204738.57	7484986.62	DIP	13:20:32	13:30:11
13_30_13	L9	203631.73	7483917.71	DIP	13:30:16	13:39:31
13_39_13	L10	202214.79	7483204.71	STRIKE	13:39:49	14:08:34
14_11_13	L11	200393.68	7488149.37	DIP	14:11:15	14:16:52
14_17_13	L12	199834.05	7487406.82	STRIKE	14:17:22	14:59:39
15_00_13	L13	201353.77	7482110.84	DIP	15:00:40	15:08:57
15_09_03	L14	200200.44	7481249.46	STRIKE	15:09:37	15:53:16

Tabela 1: Relação das linhas sísmicas efetuadas no levantamento de campo.

Uma cópia de impressão de cada linha se encontra em Anexos. As linhas foram exportadas em formato JPEG geradas pelo Laboratório de Oceanografia Geológica da UERJ (uma filtragem básica dos efeitos de onda foi efetuada pelo laboratório).

Foram selecionadas quatro linhas no levantamento, classificadas de linhas strike, para serem interpretadas analogicamente: as linhas L4, L10, L12 e L14 (assim chamadas pela ordem de aquisição), obtidas em arquivos do tipo SEG-Y do equipamento Geostar.

Essas linhas foram selecionadas por mim e pela Profa. Dra. Mônica Heilbron devido a boa representatividade de feições características de movimentos tectônicos recentes.

#### 4.2.2 As Linhas L4, L10, L12 e L14.

Segundo análise e interpretação das linhas sísmicas, as linhas selecionadas (entre as 13 disponíveis) foram: L4, L10, L12 e L14. Foram possíveis o reconhecimento de feições de falhas, movimentos relativos de blocos originando falhas normais e reversas, além de serem linhas perpendiculares à estrutura principal do estudo (a Falha do Pai Vitório). As camadas de rochas sedimentares variaram num mesmo intervalo (10 a 20 metros) em quase toda a extensão dos quatro perfis analisados sugerindo um suprimento de sedimentos não muito intenso durante o Quaternário. É sugerido também, que o embasamento da área estudada, compreendida entre essas quatro linhas sísmicas, encontra-se relativamente próximo a superfície e possui fraturamentos com intrusões de diques. Basicamente as camadas deposicionais, segundo os registros sísmicos sugerem, se intercalam em sedimentos finos (sem muito aporte fluvial) e sedimentos mais grosseiros (períodos de maior aporte fluvial). Também foi interpretado que há uma camada mais espessa de sedimentos grosseiros logo acima do embasamento. Essa camada sugere a variação mais significativa de impedância acústica em quase toda a extensão dos dois perfis sísmicos.

As falhas interpretadas variaram de normais à reversas com alguns exemplos sugerindo a conexão dessas falhas com a superfície, o que corrobora com a hipótese de existência de tectonismo recente. Todas as feições interpretadas foram plotadas em mapa através do cálculo de distâncias equivalentes entre a seção sísmica (plotada em papel) e sua extensão no mapa.

As quatro linhas (perfis sísmicos) foram impressas em papel (figs. 20 e 21, 22 e 23) e interpretadas. A interpretação foi digitalizada com o auxílio do software AutoCad R13, gerando arquivos de extensão DXF, os quais foram carregados no software Arcview 3.2, para uma visualização dos perfis na área de estudo em mapa.

As linhas e o mapa resultante se encontram nas figuras 20, 21, 22, 23, 24 e 25. Uma cópia de cada uma das linhas interpretadas e a plotagem das feições estruturais em mapa (fig. 25) também foram plotados em Anexos, ao final do presente trabalho, onde pode-se obter um maior detalhe devido a plotagem em uma escala menor.

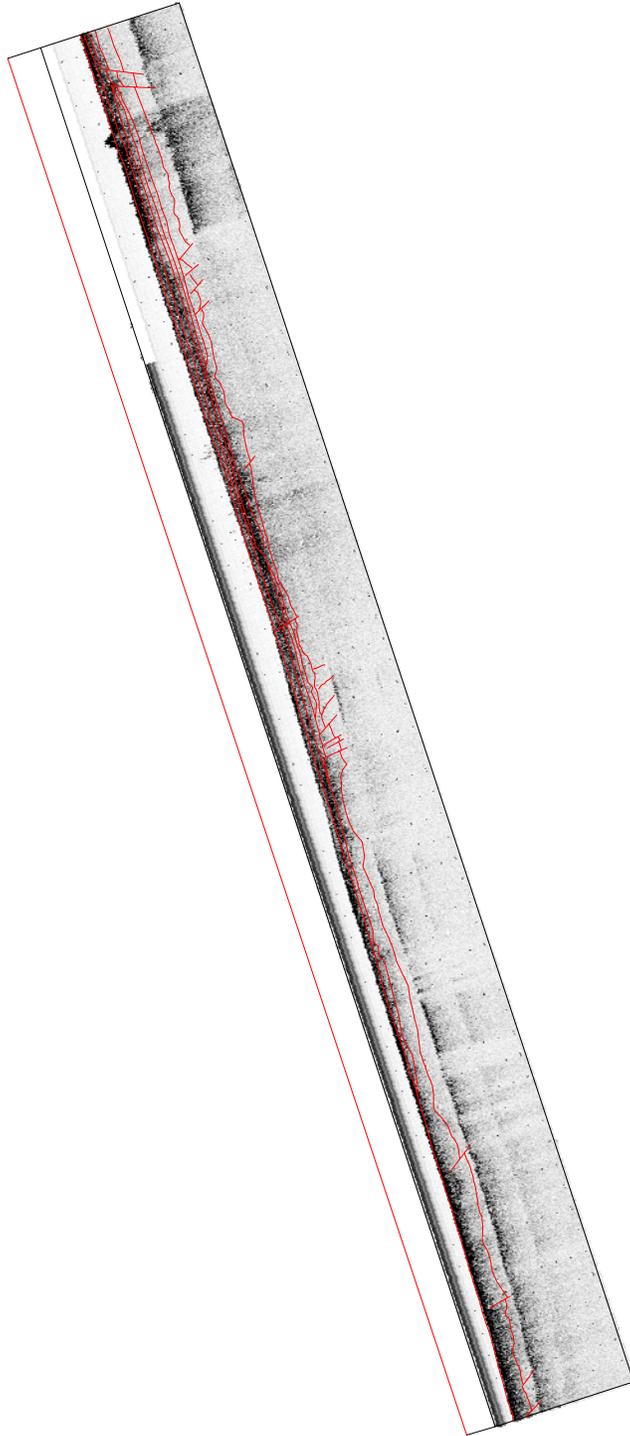


Figura 20: Linha 4 interpretada (refletores sísmicos)

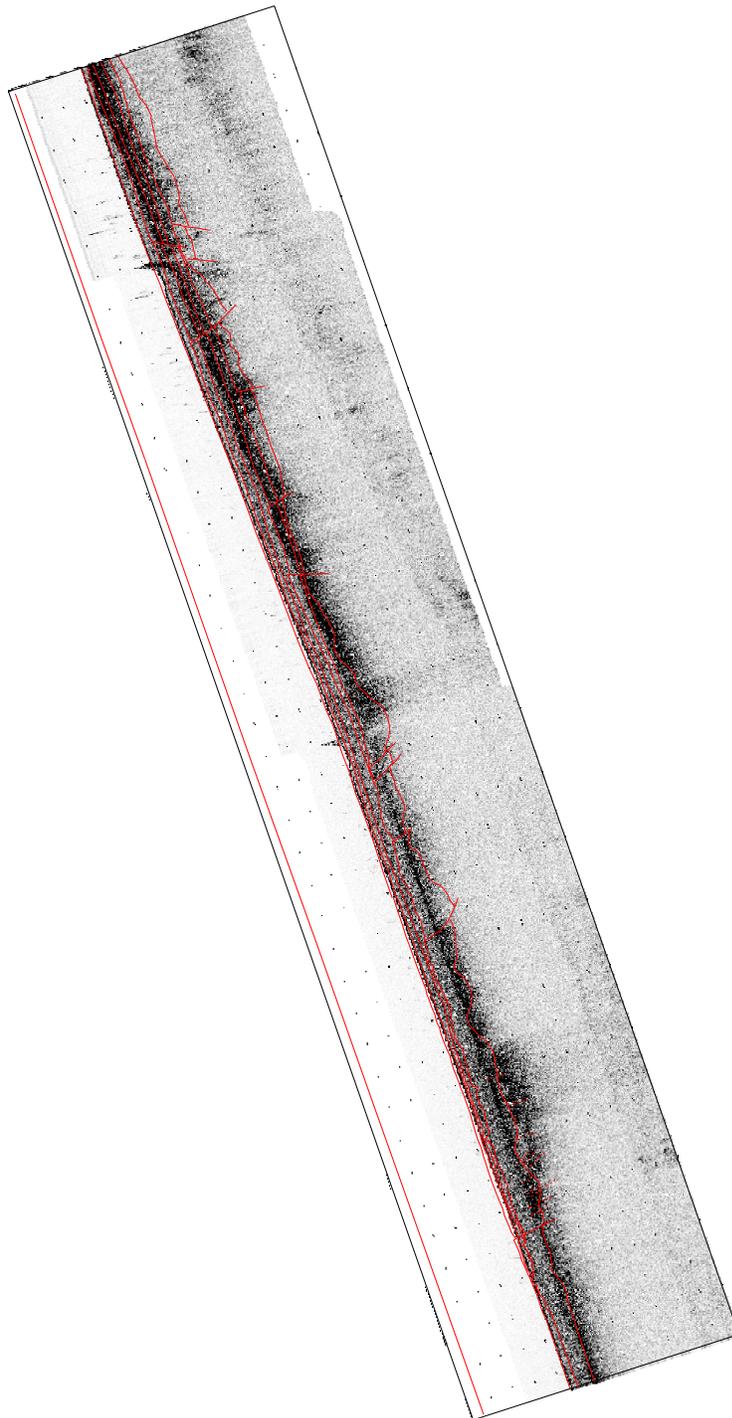


Figura 21: Linha 10 interpretada (refletores sísmicos)

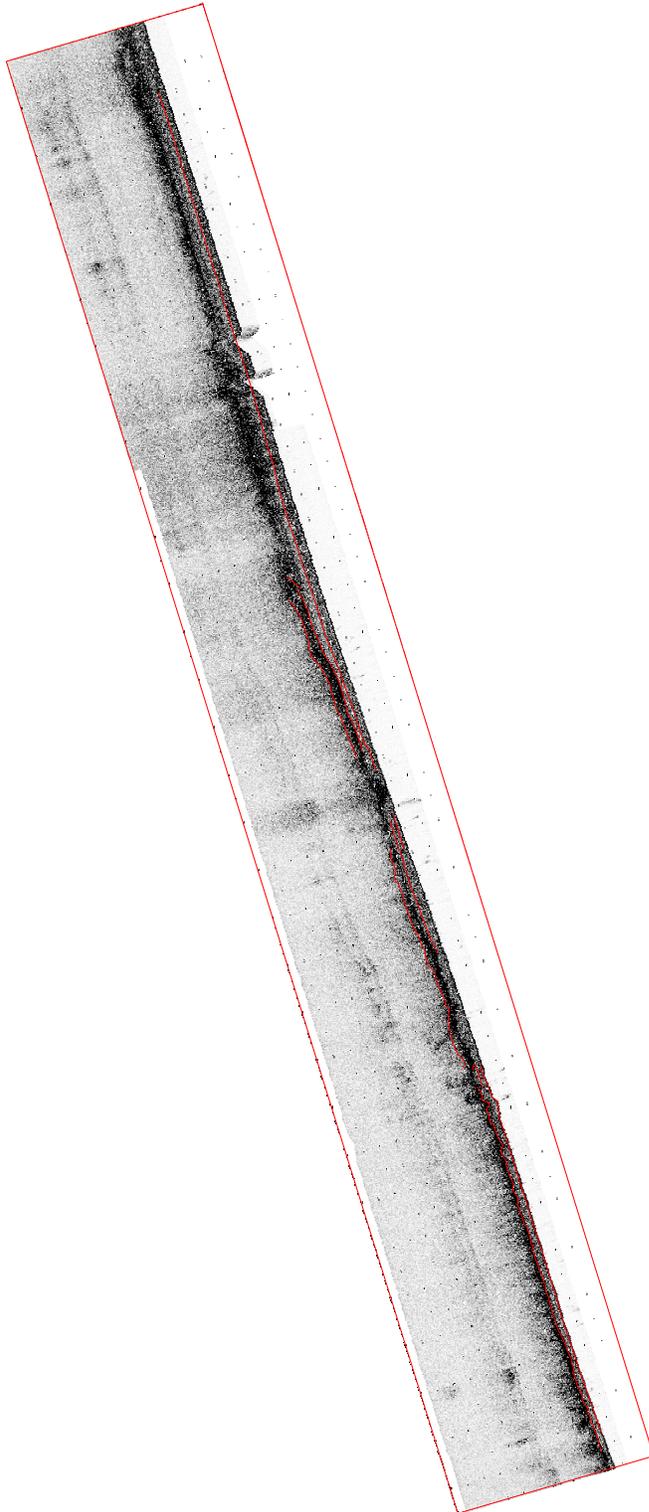


Figura 22: Linha 12 interpretada (refletores sísmicos)



Figura 23: Linha 14 interpretada (refletores sísmicos)

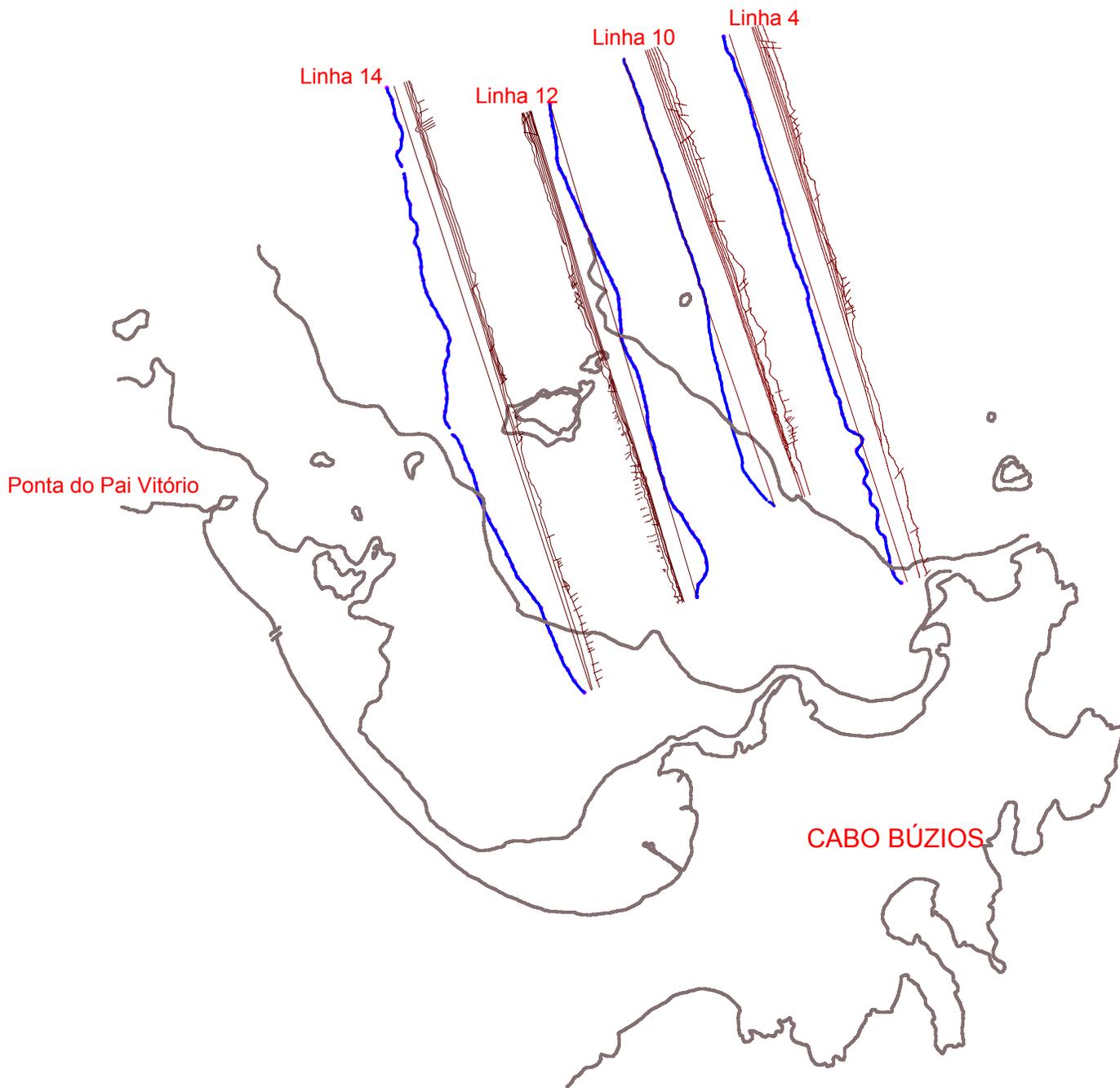


Fig 24. Linhas plotadas na área de estudo.

Também foram gerados figuras maiores das linhas e suas interpretações, que se encontram em anexos ao final da presente dissertação

## **Capítulo 5. DISCUSSÕES**

### **5.1 Considerações Gerais sobre os Resultados**

De acordo com a bibliografia consultada é sugerido que a área de estudo se encontra sobre a atuação de um regime transpressivo/transtensivos com alívios de pressão e tensão localizados. De acordo com o que podemos observar nessas primeiras camadas de subfundo imageadas pelo levantamento sísmico de alta frequência, observamos que as estruturas superficiais (ex: falhas que afloram à superfície), dentro da dimensão da área analisada de aproximadamente 30 Km<sup>2</sup>, não são significativas para caracterizarmos um tectonismo recente intenso, mas como evidenciado, encontra-se dentro da área de trabalho, indicações de algum tectonismo recente.

Após a interpretação de cada linha sísmica e plotagem das mesmas no mapa local, foi elaborado um mapa de feições estruturais apresentado pela figura 25. As falhas que se prolongariam até a superfície foram marcadas com a representação de sólido cheio e as falhas de subfundo pelo sólido sem preenchimento.

De acordo com a bibliografia de estudos anteriores, a ocorrência de diques intrusivos, de um modo geral, freqüente na porção emersa do Cabo Búzios possuem uma variação de seus alinhamentos variando de NE a NW. Quanto a identificação desse possíveis diques intrusivos na porção offshore nada pode ser conclusivo no presente trabalho.

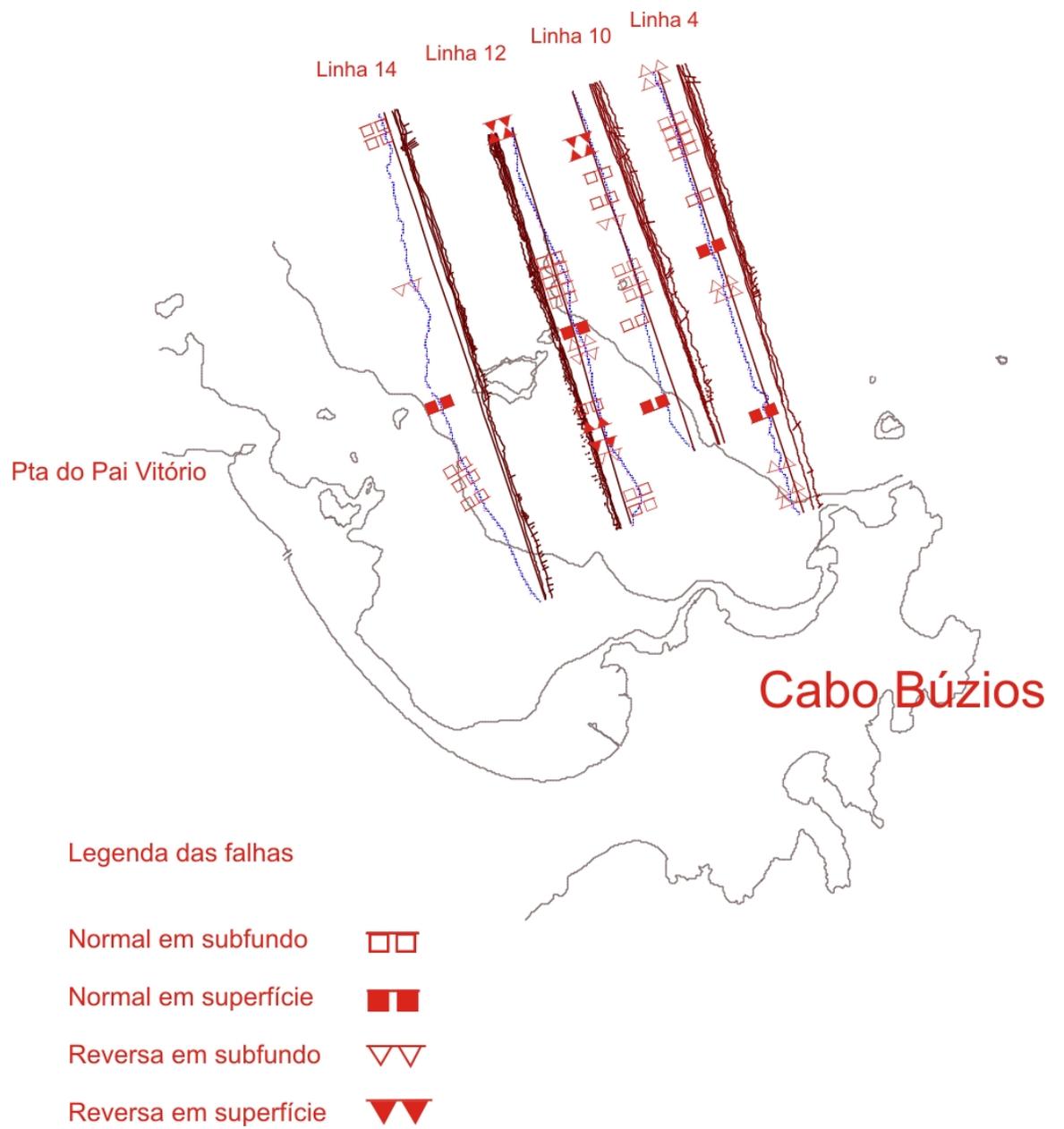


Figura 25: Mapa das feições estruturais visualizadas.

De uma forma geral as direções estruturais das falhas mapeadas não podem ser interconectadas, devido ao espaçamento entre as linhas variar entre 0.8 a 2 Km. Feições estruturais como blocos soerguidos por falhas de empurrão e escalonamento de falhas em ambas as direções (Norte e Sul) foram notadas nas quatro linhas selecionadas.

## **5.2 Comparações com Trabalhos Anteriores**

Conforme nossa intenção inicial, procuramos comparar o presente trabalho aos trabalhos anteriores. Segundo o mapa estrutural sísmico do Gráben de Barra de São João (Mohriak & Barros, 1990) as falhas plotadas próximas a área de estudos do presente trabalho, de uma forma geral, coincidem com as falhas superficiais encontradas nos perfis sísmicos selecionados, com falhas normais com direções de mergulho tanto para Norte como para Sul. Os escalonamentos de blocos também são observados em macro (Mohriak & Barros) e mesoescalas (presente trabalho).

A figura 26 compara as diferentes escalas de levantamento do presente trabalho com o mapa de Mohriak & Barros, 1990:

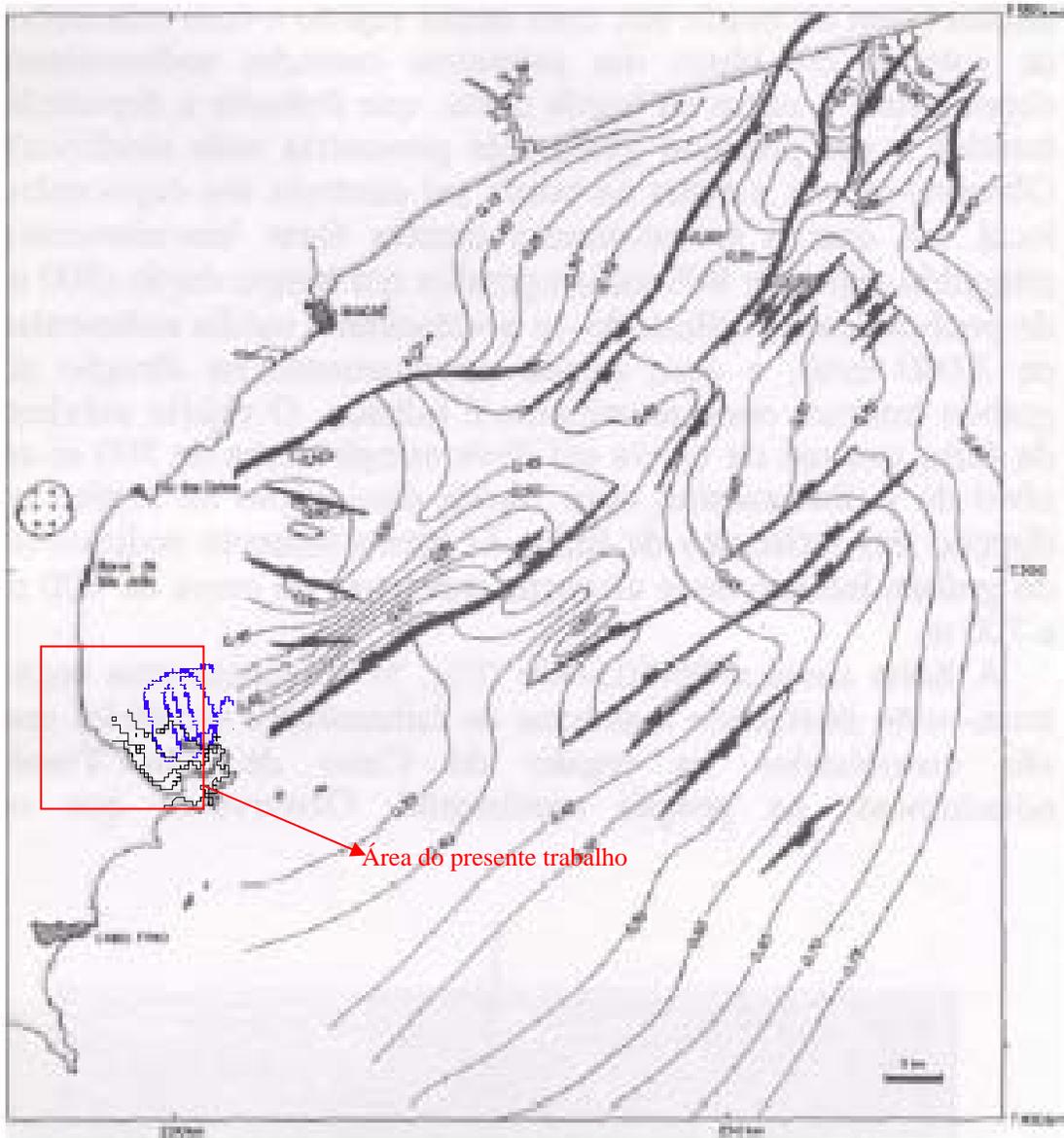


Figura 26: Comparação de escala entre o presente trabalho e Mohriak & Barros, 1990.