

# 1 – Introdução

A bacia de Camamu, localizada no litoral sul do estado da Bahia, abrange parte da planície costeira e estende-se ao ambiente marinho. É limitada a norte com as bacias do Recôncavo e Jacuípe pelas falhas de Salvador e Itapôa, respectivamente, e ao sul com a bacia da Almada, representado pelo alto de Taipus (figura 1.1). A bacia de Camamu apresenta uma continuidade tanto estrutural quanto estratigráfica com a bacia de Almada, com exceção dos depósitos do Grupo Aliança e Afligidos que estão presente apenas na bacia de Camamu (figuras 4.1 e 4.2).

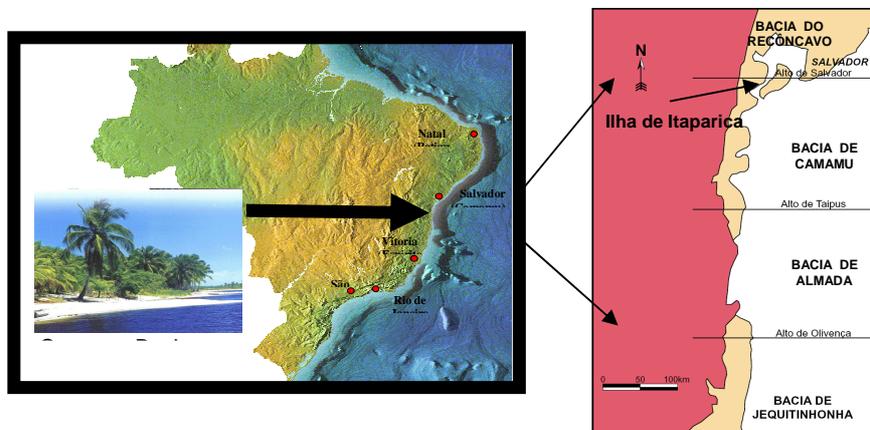


Figura 1.1 – Mapa de localização das bacias no litoral sul do estado da Bahia. (Modificado de Kuchle, 2004)

A bacia do Recôncavo, parte integrante do denominado rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá, originou-se no mesmo processo de estiramento crustal que resultou na formação das bacias da margem continental leste brasileira. Entretanto seu desenvolvimento foi interrompido devido ao isolamento da bacia no interior do continente.

Desta forma, no limite entre as bacias de Camamu e Recôncavo posiciona-se a junção tríplice que teve um dos braços abortados, gerando o aulacógeno das bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá, enquanto que nos braços onde a deformação concentrou-se, ocorreu a quebra e formou-se o sistema de margens passivas atuais (figura 1.2).

Neste trabalho busca-se realizar um estudo de detalhe na área ao redor da ilha de Itaparica onde pretende-se compreender a estruturação do arcabouço regional e o controle estrutural dos depósitos no campo “Morro do Barro”.

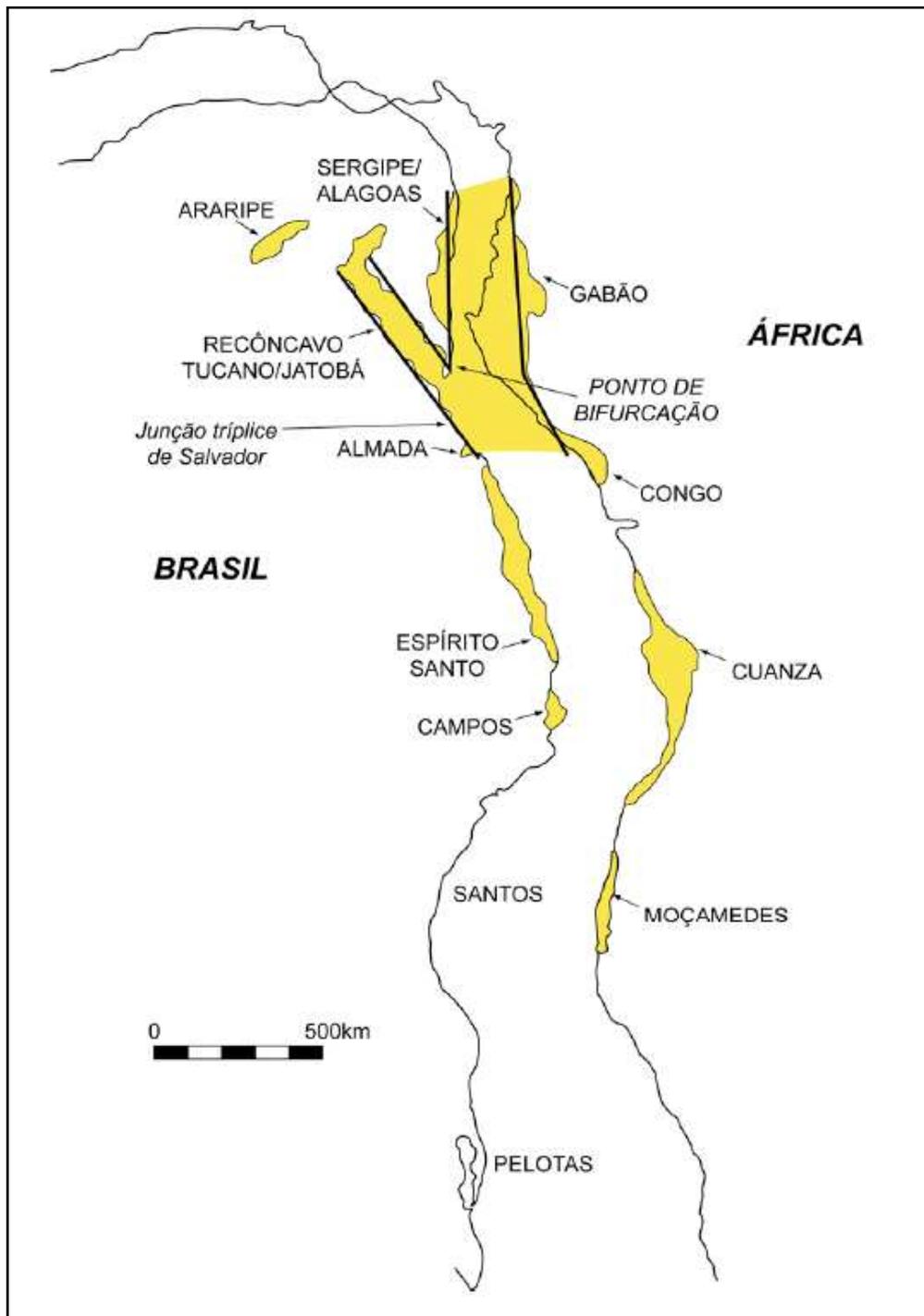


Figura 1.2 – Mapa esquemático apresentando a junção tríplice de Salvador, que gerou o sistema de bacia rifte de Camamu-Almada, Jacuípe, Recôncavo, Tucano, Jatobá, Sergipe-Alagoas e seus correlatos africanos. (Modificado de Dias, 1991)

## 2 – Área de estudo

A ilha de Itaparica localiza-se na baía de Todos os Santos, no litoral do Estado da Bahia, Brasil (figura 2.1). Situada a uma distância de 13 km da cidade de Salvador, a ilha possui uma área emersa de 146 Km<sup>2</sup> com uma população de 55000 habitantes distribuídos em dois municípios: Itaparica e Vera Cruz.

Nesta região situa-se o limite entre as bacias de Camamu e Recôncavo. Devido ao grande desenvolvimento exploratório, a bacia do Recôncavo encontra-se em estágio maduro de conhecimento, ao contrário da bacia de Camamu ainda em estágios iniciais de exploração. Os produtos deste trabalho vão fornecer uma descrição geológica no limite entre essas bacias, em destaque a ilha de Itaparica, que poderá servir de análogo no conhecimento da bacia de Camamu.

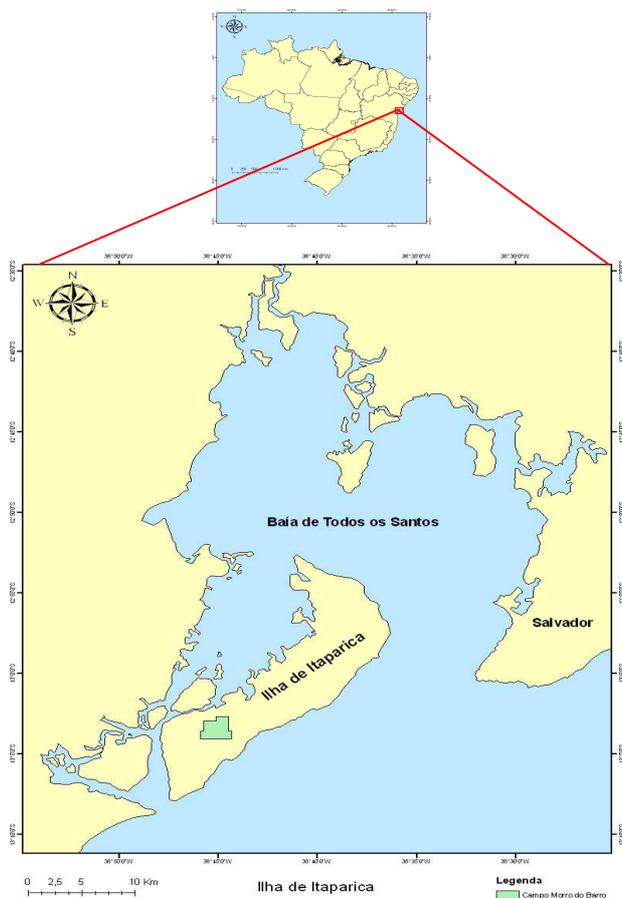


Figura 2.1 – Mapa de localização da área de estudo.

### 3 – Objetivo

Este trabalho teve por objetivo analisar o arcabouço regional e o controle estrutural do campo “Morro do Barro”, a partir de dados gravimétricos, na região da ilha de Itaparica, Bahia. Em áreas chaves utilizou-se dados de poços e linhas sísmicas 2D para corroborar as interpretações.

O desenvolvimento deste projeto objetivou também proporcionar ao aluno um desenvolvimento teórico e prático dos conceitos adquiridos durante o curso de graduação em Geofísica, como:

- Tratamento do dado gravimétrico aplicando correções, edições, mapeamento e separação regional-local objetivando isolar e realçar feições relevantes numa análise gravimétrica.
- Prática com software de interpretação e tratamento de dados geofísicos.
- Exercício de interpretação gravimétrica qualitativa regional e local da área de interesse.
- Exercício de interpretação sísmica e integração com dados de poços.
- Integração dos métodos potenciais e acústicos na interpretação geológica.

## 4 – Análise regional

### 4.1 – Detalhamento estratigráfico

O embasamento cristalino da bacia de Camamu é composto por rochas gnáissicas originadas do Cinturão Proterozóico do Leste da Bahia, pertencente ao Cráton de São Francisco. Este terreno proterozóico foi estabilizado a mais de 1,8 bilhões de anos e limita o cráton na sua porção leste (Caixeta, 2007).

Com o início da sinéclise continental formou-se uma sequência paleozóica na bacia de Camamu. Esta sequência engloba sedimentos marinhos e continentais de idade permiana representados litoestratigraficamente pela Formação Afligidos, esta composta pelos Membros Pedrão e Cazumba (figuras 4.1 e 4.2). O primeiro está relacionado a arenitos finos depositados em ambiente de supra maré, enquanto que o segundo é representado por siltitos, folhelhos e calcáreos de ambiente lacustre (Aguiar e Matos, 1990, *apud* Caixeta, 2007).

Com o desenvolvimento do processo de estiramento crustal, que resultou na quebra do supercontinente Gondwana, configurou-se na porção marginal brasileira e africana uma série de bacias distensivas do tipo rifte, as quais posteriormente foram evoluindo a bacias de margem passiva num regime de deriva continental.

A bacia de Camamu, da mesma forma que as bacias da margem leste brasileira, apresentam ciclos de evolução tecto – sedimentar (Mohriak, 2003) que podem ser subdivididos em:

- Sequências pré rifte (continental).
- Sequências sin rifte (continental)
- Sequências transicionais (correspondem a depósitos marinhos restritos que variam de evaporitos até plataformas carbonáticas)
- Sequências drifte (margem passiva) compreendem as sequências marinhas transgressivas e regressivas.

A sequência basal ou pré-rifte corresponde às formações Aliança, Sergi e Itaípe. A formação Aliança de idade thitoniana é composta por arenitos finos e folhelhos avermelhados depositados em sistema flúvio-lacustre. A formação Sergi também de idade thitoniana é composta por arenitos finos a grossos, folhelhos e conglomerados, depositados em ambiente fluvial entrelaçado, com retrabalhamento eólico. E finalmente a formação Itaípe, de idade neocomiana, que apresenta depósitos caracterizados por folhelhos com intercalações de clásticos finos depositados em um ambiente flúvio-lacustre (Netto et al., 1994).

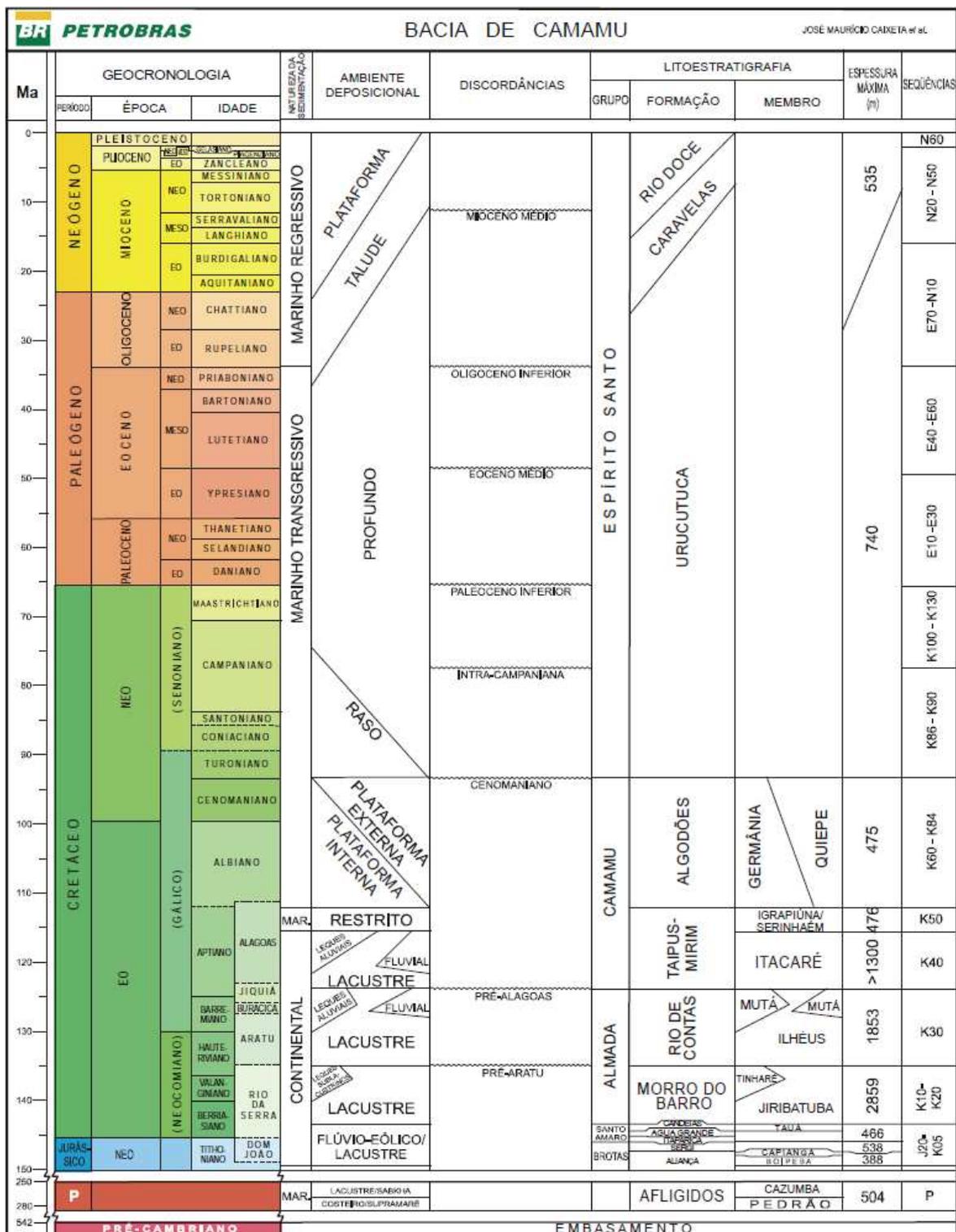
A sequência do sin-rifte que compreende as formações Morro do Barro e Rio de Contas apresenta uma sedimentação de ambientes lacustrino e deltaico. É composta por folhelhos, folhelhos carbonáticos, arenitos finos e conglomeráticos que foram afetados por falhamentos intensos e depositadas em ambiente tectonicamente ativo.

Estas duas últimas formações com idades neocomiana a neoaptiana foram caracterizadas pela ocorrência de grandes lagos interiores, os quais originaram importantes depósitos de pelitos com capacidade de gerar hidrocarbonetos (Raja-Gabaglia & Milani, 1991).

A base da sequência transicional (Fm. Taipus-Mirim) é caracterizada por depósitos clásticos que posteriormente foram sobrepostos por sais de idade aptiana, marcando o início de ingressões marinhas episódicas. A deposição da sequência carbonática plataformal de idade albiana – cenomaniana (Fm. Algodões) recobre a anterior e reflete a abertura gradual do Golfo-Atlântico e a quebra da barreira São Paulo – Walvis Ridge na região sudeste.

A sequência marinha transgressiva (Fm. Urucutuca) iniciou-se no final do Cenomaniano com o aumento gradual do espaço de acomodação da bacia, resultando na diminuição da energia deposicional dos carbonatos plataformais, dando lugar a importantes depósitos de folhelhos.

No último estágio da evolução da bacia acontece uma sequência marinha regressiva conhecida como as Formações Rio Doce (arenitos) e Caravelas (calcários).



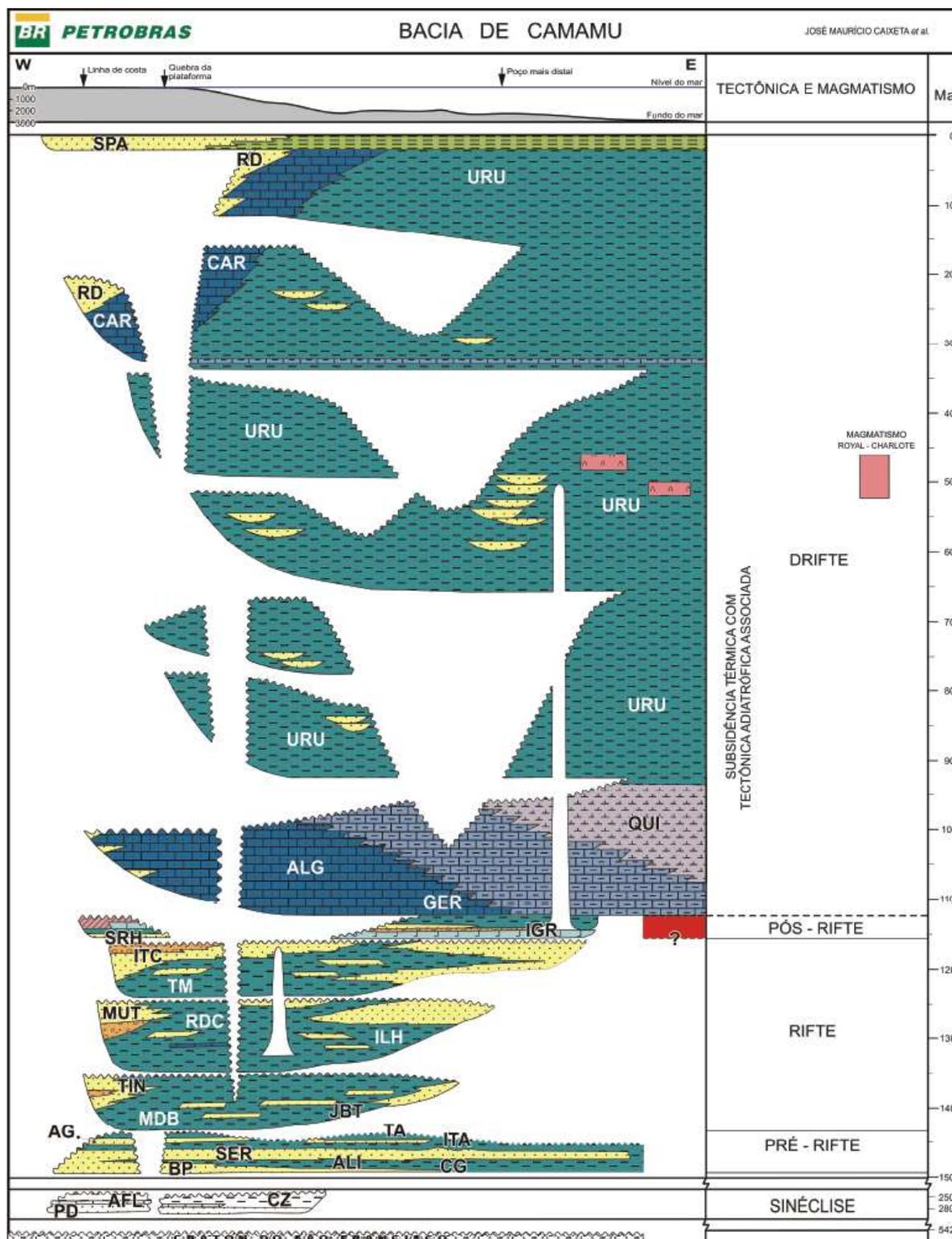


Figura 4.2– Carta estratigráfica da bacia de Camamu. (Caixeta et al. 2007)

## 4.2 – Arcabouço estrutural

A descrição do arcabouço estrutural da bacia de Camamu está dividida em duas partes: uma da região emersa e outra da submersa. A partir desta abordagem, busca-se compreender o controle estrutural regional considerando a herança do embasamento cristalino e sua configuração atual, influenciada pelos esforços distensivos que produzem falhamentos e basculamento de blocos.

O litoral da Bahia está inserido na Província do São Francisco, correspondente ao que Almeida (1977) denominou de Cráton de São Francisco. Constitui uma entidade geotectônica de consolidação pré-cambriana, que se estabilizou no fim do ciclo Transamazônico no Proterozóico inferior. O Cráton do São Francisco é formado por rochas arqueanas colocadas lado a lado com rochas paleoproterozóicas através de colisões de diversos segmentos crustais e reequilibradas metamorficamente na fácies granulito, anfíbolito e xisto-verde (Barbosa et al. 2003). Estrutura-se no interior do estado da Bahia, um complexo de blocos e faixas-móveis com lineamento e rochas de idades totalmente distintas (figura 4.3).

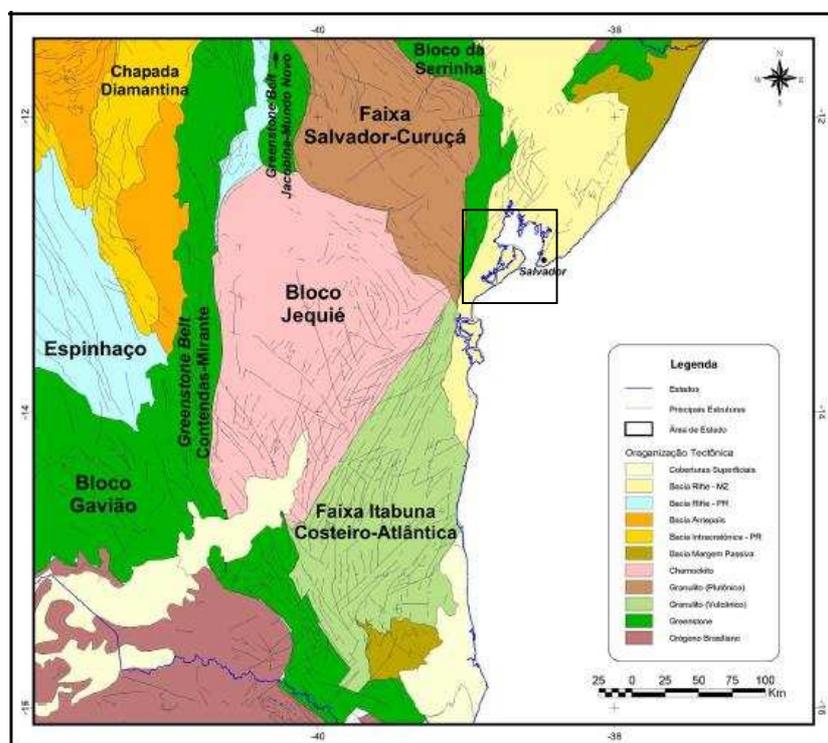


Figura 4.3 – Contexto geológico regional do Cráton de São Francisco. (Modificado de Cuiñas, 2004)

No trabalho de Cuiñas (2004) foi realizado um estudo estatístico, a partir de dados de satélite, dos principais lineamentos ao longo dos distintos blocos que compõem o Cráton de São Francisco e a margem oeste da bacia de Camamu. Nota-se que na região da ilha de Itaparica os lineamentos apresentam uma componente predominantemente na direção NW-SE (figura 4.4), concordante com a direção estrutural do Cinturão Móvel Salvador-Curuça (figura 4.3). Esta direção preferencial das estruturas controla a desembocadura do Rio Paraguaçu na baía de Todos os Santos e aparentemente se reflete nos sedimentos da bacia sedimentar, evidenciado na ilha de Itaparica (Cuiñas, 2004).

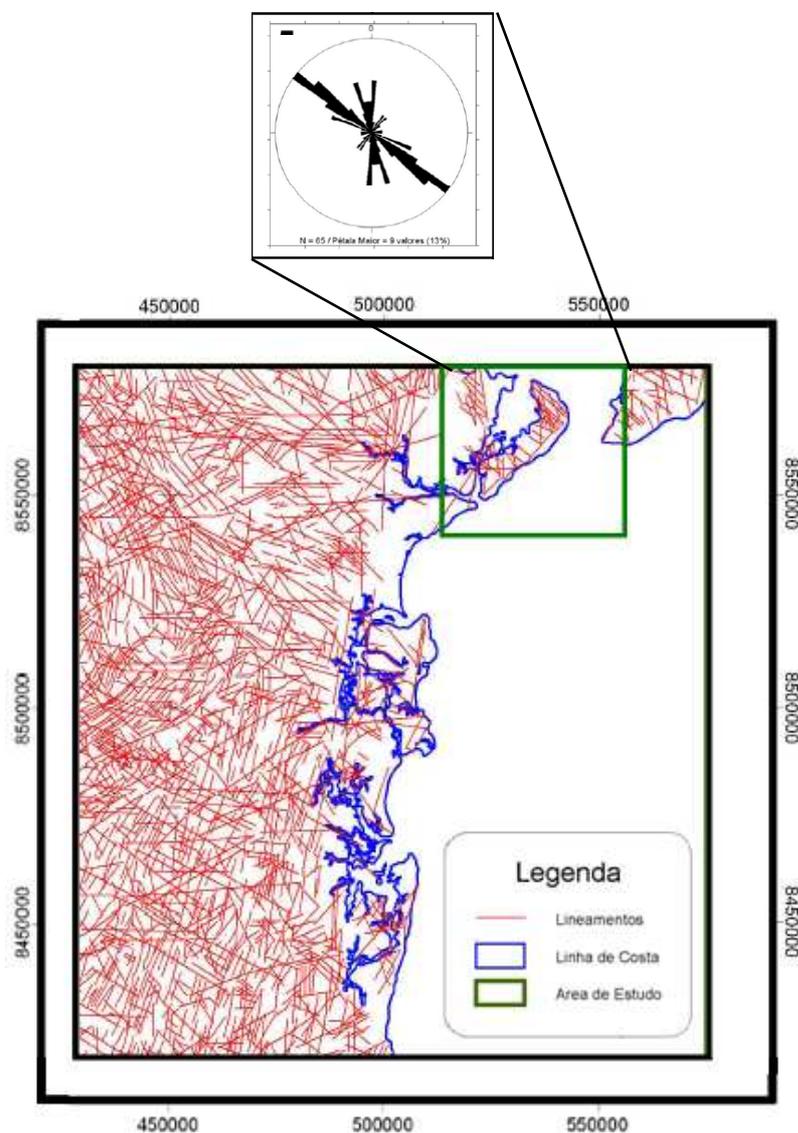


Figura 4.4 – Lineamentos interpretados na área de estudo com roseta indicando as principais direções. (Modificado de Cuiñas, 2004)

A região submersa, onde se desenvolveu a bacia de Camamu, apresenta um arcabouço estrutural característico de margem passiva, com meio-grabens assimétricos e um domínio de falhamentos normais preferencialmente de direção N-S cortados por falhas de transferência com direções E-W / NW-SE (figura 4.5).

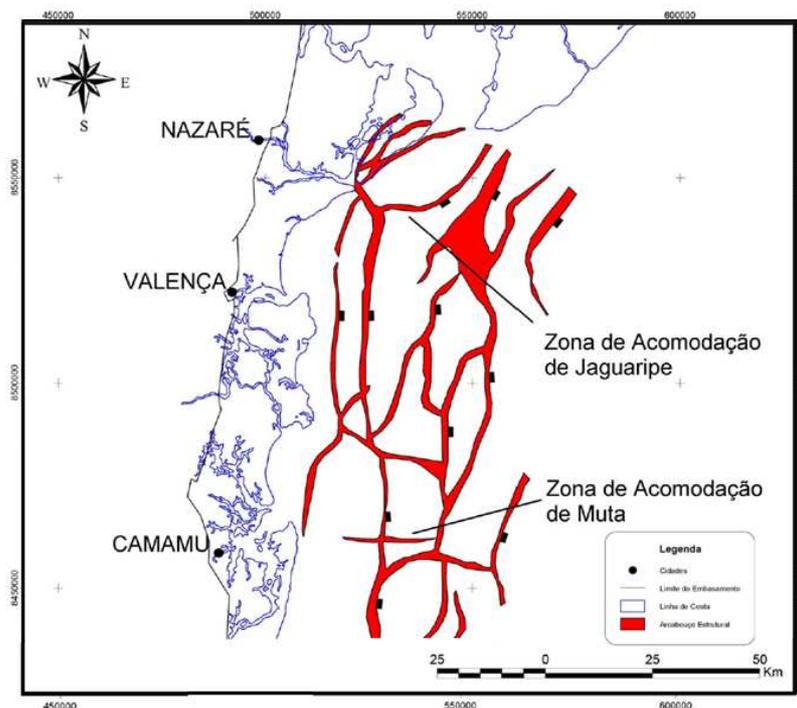


Figura 4.5 – Arcabouço estrutural simplificado das seções rift e pré rift na porção submersa da bacia de Camamu e sul da Ilha de Itaparica. (Modificado de Gonçalves et. al. 2000)

A partir dos mapas gravimétricos de altimetria de satélite e das interpretações sísmicas obtidos do trabalho de Bedregal (2005), pode-se analisar regionalmente o arcabouço estrutural da porção submersa da bacia (Figuras 4.6 e 4.7). Estes mapas amostram as bacias de Camamu e Almada, e o limite norte com a bacia de Recôncavo, onde se posiciona a área do presente estudo.

No Mapa Bouguer Regional observa-se um alto valor de anomalia gravimétrica na região da plataforma continental (A1, figura 4.6), que sofre uma mudança abrupta para

um baixo anômalo (A2, figura 4.6) que volta a assumir valores muito altos nas regiões distais de águas profundas (A3, figura 4.6).

Desta forma, configura-se na plataforma continental das bacias de Almada e Camamu um alto anômalo alinhado na direção N-S que sofre uma rotação para leste e acentuado afinamento na região em frente a baía de Todos os Santos. O mapa gravimétrico mostra que a área de estudo está inserida em um baixo gravimétrico, o qual interrompe o padrão descrito da plataforma continental. Estes valores negativos da anomalia Bouguer estão confinados entre dois altos, um a sudoeste da ilha (A4, figura 4.6) e outro a nordeste da Ilha de Itaparica, representado pelo alto de Salvador (A5, figura 4.6). O campo Morro do Barro posiciona-se no flanco do alto gravimétrico, no sudoeste da ilha como representado no mapa (figura 4.6).

Com a filtragem dos dados de anomalia Bouguer é possível retirar a influência de anomalias de grande comprimento de onda (regional) que são produzidas por estruturas profundas, gerando o mapa de anomalia residual (figura 4.7). As anomalias gravimétricas residuais, positivas ou negativas, possuem significado geológico distinto em três áreas. Nas regiões de lâmina d'água profunda da Bacia de Camamu, a anomalia gravimétrica positiva reflete a elevada topografia da descontinuidade de Mohorovicic (A1, figura 4.7). Em contraste, uma anomalia gravimétrica positiva sobre a plataforma continental indica blocos altos do embasamento (A2, figura 4.7). Já os altos valores de anomalia Bouguer na região costeira significa que esta porção apresenta um pacote sedimentar pouco espesso (A3, figura 4.7) (Bedregal, 2005).

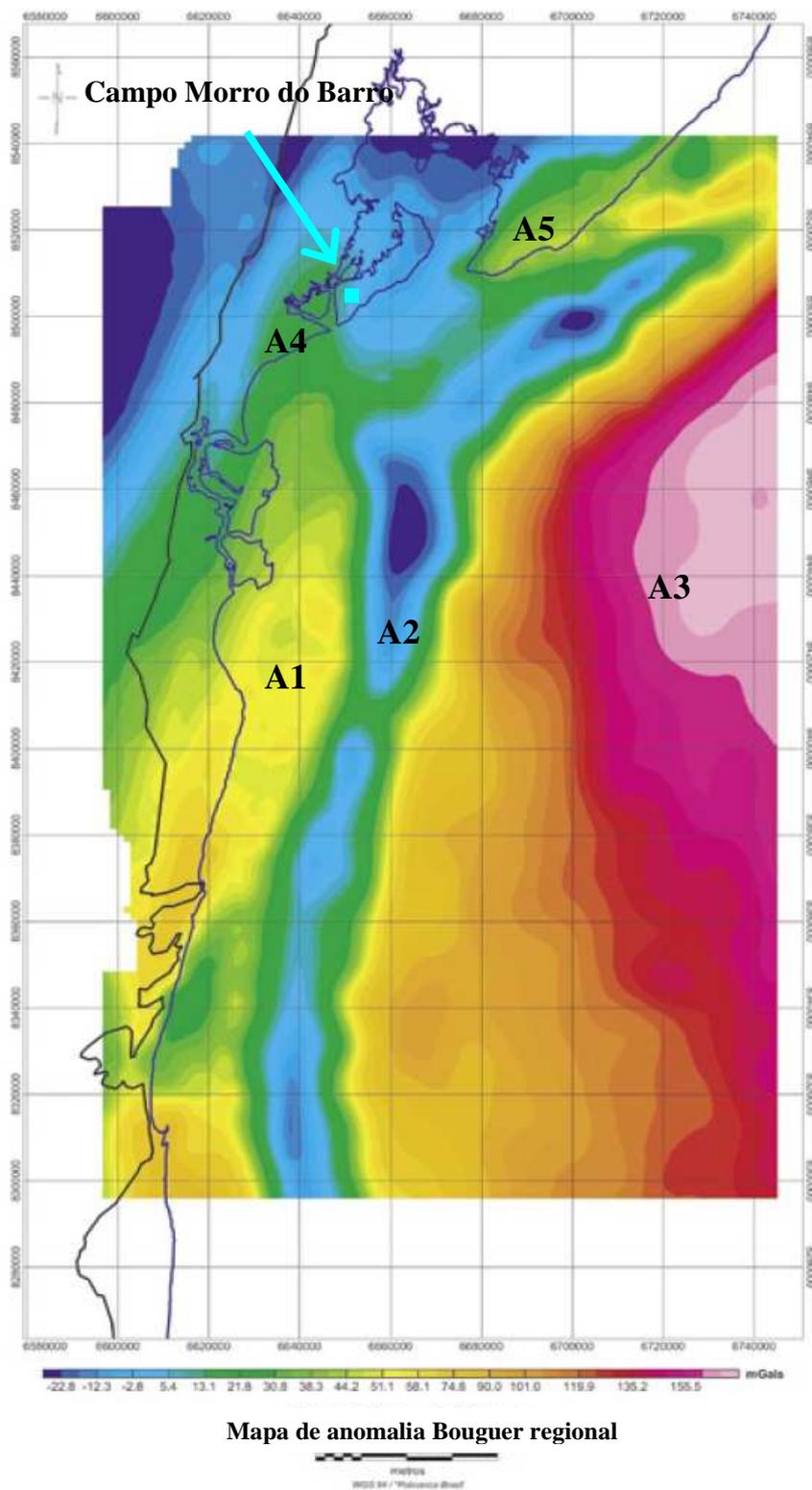


Figura 4.6 – Mapa de anomalia Bouguer da região da Ilha de Itaparica e as bacias de Camamu e Almada. (Modificado de Bedregal, 2005)

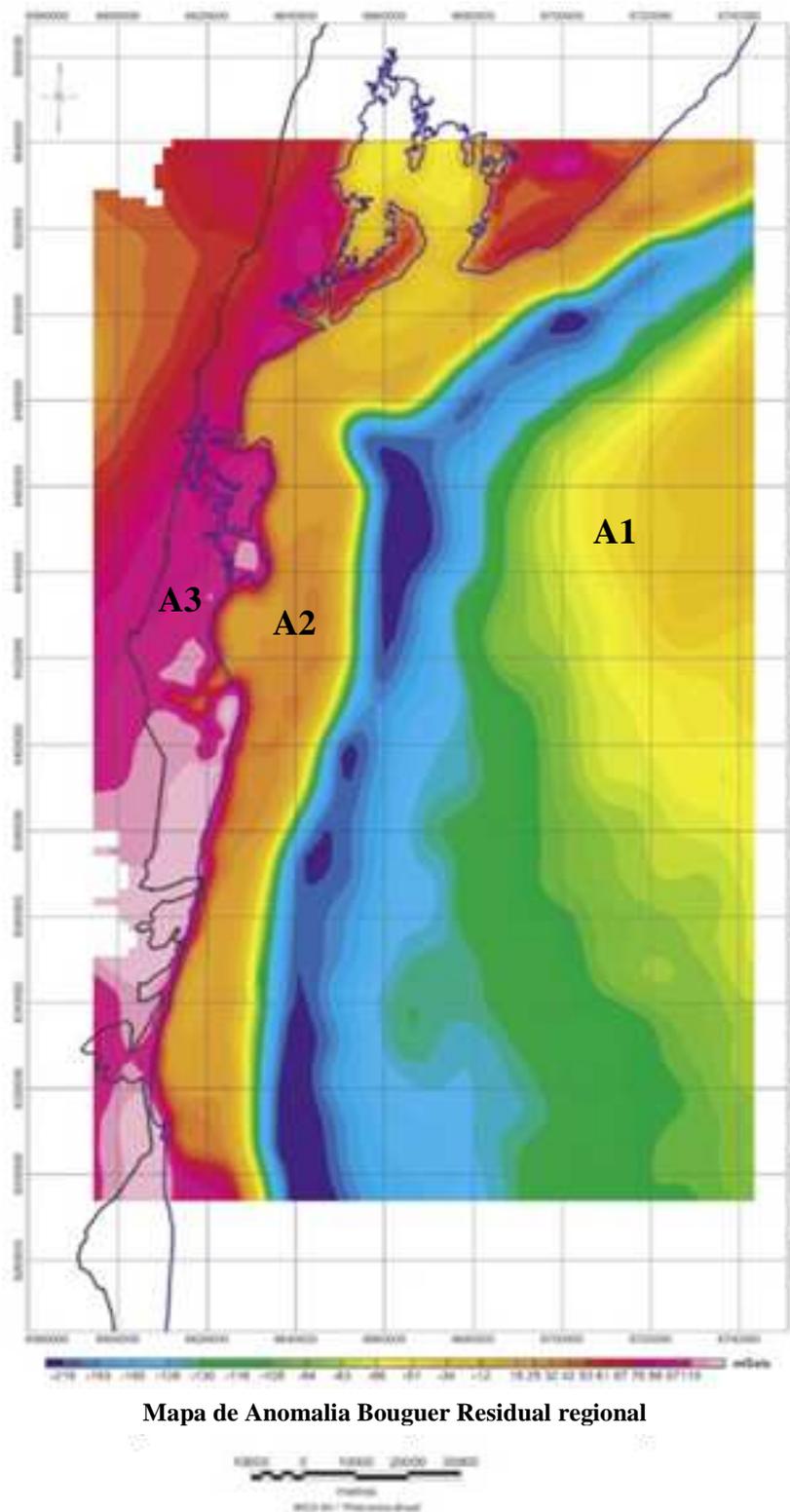


Figura 4.7 – Mapa de anomalia Bouguer residual da região da Ilha de Itaparica e as bacias de Camamu e Almada. (Modificado de Bedregal, 2005)

## 5 – Material utilizado

A base de dados geofísicos utilizada para o desenvolvimento desta monografia foi disponibilizada pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) em conformidade com a política de cessão gratuita de dados públicos para finalidades acadêmicas. O pacote incluiu dados sísmicos, gravimétricos e de poços.

O dado sísmico foi composto por cinco linhas migradas em formato SEG-Y, sendo quatro linhas terrestres: 0026-0321b, 0026-1501, 0026-1522 e 0026-1515 e uma marinha: 0056-0286. Foram solicitados também os poços 1-VC-0003,3-MB-0003 e 1-BG-0002. Os dados gravimétricos correspondem à integração de duas campanhas de aquisição que incluem a área de interesse deste estudo. A figura 5.1 mostra a localização geográfica de todos os dados adquiridos junto a ANP.

A produção de mapas e o tratamento do dado gravimétrico foi realizado com o auxílio do software Surfer 8, Geosoft e GMT. Os dados de poços e perfis sísmicos foram carregados e interpretados utilizando o pacote de aplicativos da Landmark Graphics Corporation (LGC). Finalmente, a integração de todas as informações foi feita com o aplicativo ArcGis.

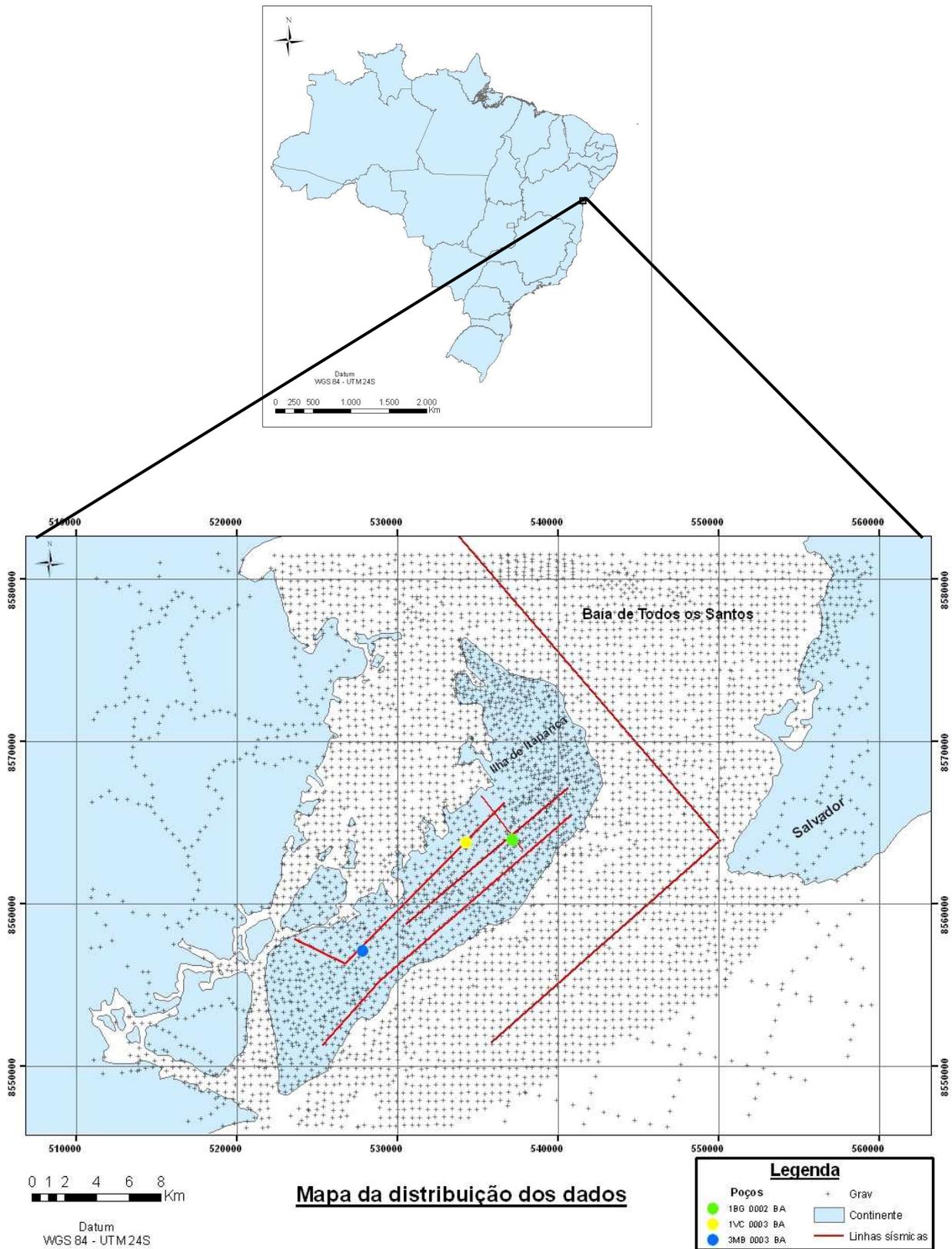


Figura 5.1 – Mapa da distribuição dos dados utilizados no projeto.

## 6 – Método gravimétrico

O princípio do método gravimétrico baseia-se na Lei da Gravitação Universal e na Segunda Lei de Newton. A gravitação universal é a força de atração que age entre todos os objetos por causa da sua massa. O físico inglês Isaac Newton descreveu que a magnitude da força de atração é diretamente proporcional ao produto das massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as mesmas (equação 1).

O método gravimétrico baseia-se na variação da aceleração da gravidade devida à distribuição heterogênea de massas no interior da Terra. Em cada ponto da superfície terrestre a aceleração da gravidade é dada pela equação:

$$g(R) = G.m/R^2 \quad (1)$$

onde  $g$  representa a gravidade exercida pela terra,  $R$  é o raio da terra e  $m$  a massa da Terra. A constante universal da gravidade  $G$  é igual a  $6.672 \times 10^{-8} \text{ cm}^3\text{g}^{-1}\text{s}^{-2}$ .

Se a Terra fosse perfeitamente esférica e imóvel e a densidade dos materiais que a compõem fosse homogênea, a aceleração da gravidade deveria ser constante ao longo de toda a superfície terrestre. Porém, a gravidade varia de um lugar para outro por causa do formato achatado da terra (elipsoidal), do movimento de rotação, da irregularidade na superfície topográfica e das variações de massas, especialmente próximas à superfície da Terra.

O geóide representa a superfície em volta do globo terrestre onde a gravidade possui o mesmo valor (superfície equipotencial) e para o qual a direção da gravidade é sempre perpendicular. Devido à distribuição irregular de massas no interior do planeta, o geóide não tem a forma idêntica de um elipsóide: nos oceanos a superfície está ligeiramente mais próxima do centro do planeta do que nos continentes (figura 6.1).

Em 1930 a União Internacional de Geodesia e Geofísica adotou a *International Gravity Formula* ( $g_{\Phi}$ ) para a previsão da forma do geóide e os valores do campo gravimétrico ao longo do globo (Reynolds, 1997). Com esta equação (2) passou a ser possível descrever pontualmente o geóide a partir da latitude ( $\Phi$ ) ocupada (equação 2).

$$g_{\Phi} = g_0 ( 1 + \alpha \cdot \text{sen}^2 \Phi - \beta \cdot \text{sen}^2 2\Phi ), \quad (2)$$

onde  $g_0$  é a gravidade relativa ao nível do mar;  $\alpha$  e  $\beta$  são parâmetros referentes ao achatamento e à velocidade de rotação da Terra.

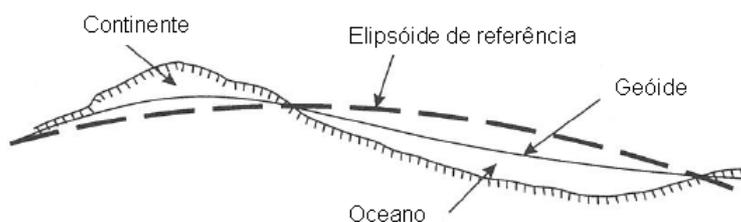


Figura 6.1 – Deformação do geóide devido a distribuição heterogênea de massas na Terra. (Modificado de Reynolds, 1997)

## 6.1 – Correções dos dados gravimétricos

Os dados gravimétricos são obtidos a partir de medições pontuais (estações) realizadas numa área de interesse. As amostras são coletadas, quando possível, com espaçamento uniforme a fim de gerar uma malha mais simples para a interpolação. Os valores da gravidade observados ( $g_{\text{obs}}$ ) em cada estação necessitam ser corrigidos antes de serem mapeados e interpretados. Deve-se levar em consideração a variação do valor de gravidade com a latitude (correção de latitude), a altitude (ar-livre), o efeito das massas entre as estações e o geóide (correção Bouguer), a topografia do terreno (correção de terreno) e os efeitos da força gravitacional do Sol e da Lua (maré).

**Deriva do equipamento** - As leituras do gravímetro durante a aquisição dos dados variam com o tempo de utilização devido ao estiramento da mola do aparelho. Isto produz, para uma mesma estação, medidas com diferentes valores. Os valores de gravidade medidos ( $g_{\text{obs}}$ ) podem ser corrigidos subtraindo-se dele o valor da deriva.

**Correções de maré** - A mudança da posição da Terra em relação ao Sol e à Lua causa perturbações nos valores da gravidade que podem ser observadas dentro de um período de 24 horas. A magnitude dessas perturbações varia com a posição geográfica do ponto de observação e com a época do ano. Em um mesmo ponto, seus valores variam de modo senoidal, apresentando amplitude máxima pico-a-pico inferior a 0,3 mGal. Essa variação, embora muito pequena em relação ao valor da gravidade normal, deve ser eliminada, pois sua magnitude pode atingir a ordem de grandeza de anomalias comumente encontradas nos levantamentos para prospecção (Luiz & Silva 1995). A realização de repetitivas medições numa mesma estação em diferentes períodos do dia permite representar as variações da maré, assim como a deriva do equipamento (figura 6.2).

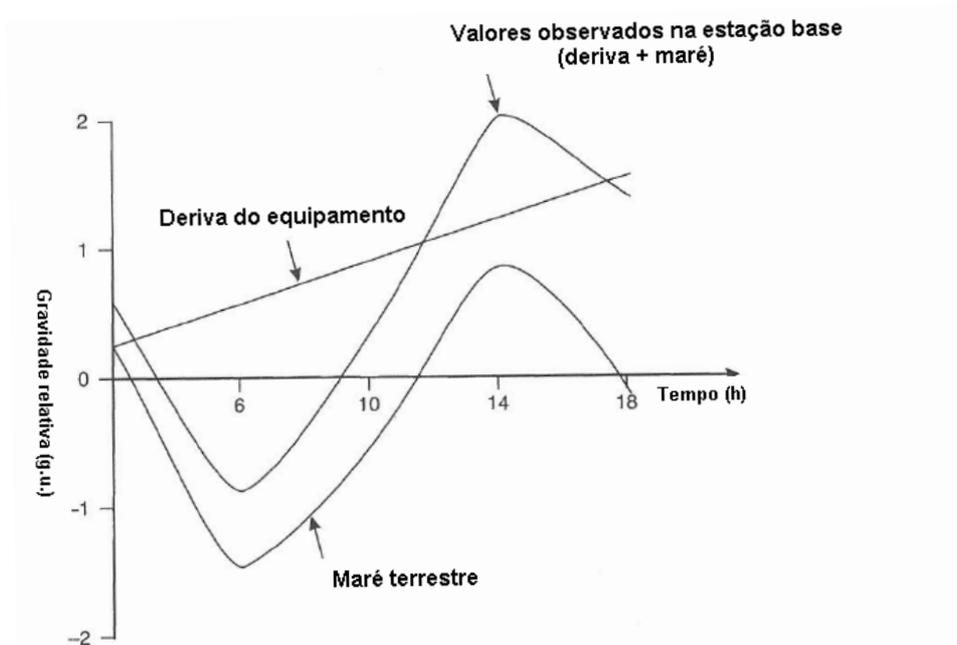


Figura 6.2 – Exemplo de valores experimentais das variações, ao longo do tempo, nas medidas de gravidade observadas devido a efeitos da maré e deriva do equipamento. (Modificado de Reynolds, 1997)

**Correção de latitude** - A correção de latitude é feita pelo fato de a gravidade normal aumentar quando se afasta do equador ao longo dos meridianos. Como

conseqüência, valores obtidos em latitudes diferentes não podem ser comparados, sem que sejam corrigidos (Luiz & Silva 1995). A correção de latitude é realizada a partir da subtração do valor de gravidade observada ( $g_{obs}$ ) pela gravidade teórica ( $g_{\phi}$ ), obtida a partir da *International Gravity Formula* (Reynolds, 1997) (equação 2).

**Correção Ar-Livre** - É aplicada para compensar os efeitos da diferença de altitude entre as estações em relação ao geóide ou a um nível de referência arbitrário (Blum, 1999). A correção de ar-livre é expressa pela equação (3) sendo obtida a partir da diferença entre uma medida gravimétrica no nível do mar ( $g_0$ ) e outra medida à altura (h) real de amostragem, considerando que não existem rochas entre elas.

$$G_{AL} = 3,086.h \text{ mGal} \quad (3)$$

**Correção Bouguer** - É necessário que o efeito produzido pela massa entre as estações de medida e o nível do geóide seja eliminado. Isso é realizado através da correção Bouguer ( $g_B$ ), que consiste em adicionar, ao valor normal da gravidade, a atração de um cilindro de raio infinito e altura igual à altitude da estação no terreno (equação 4). O cilindro deve ter densidade ( $\rho$ ) igual à do material que está entre o geóide e a estação.

$$g_B = 2.\pi.G.\rho.h \quad (4)$$

**Correção de terreno ou topográfica** - Na aplicação da correção Bouguer não se considera o efeito do material relacionado às variações topográficas no entorno das estações de medida. Esse material exerce atração sobre o instrumento de medida na estação e sua componente vertical (cujo sentido opõe-se ao sentido da atração gravitacional) reduz o valor da gravidade medida no ponto. Este efeito deve ser adicionado ao valor da gravidade medido no terreno, tanto para elevação como para depressão topográfica.

## 6.2 – Metodologia e tratamento dos dados

Os dados gravimétricos utilizados no desenvolvimento do projeto fazem parte de dois levantamentos executados pela PETROBRAS ao longo do litoral dos estados da Bahia e do Espírito Santo:

- **DEXBA-DEXES** (Levantamento terrestre)
- **EG-13** (Levantamento marinho de fundo)

Os dados foram disponibilizados em uma planilha que fornecia, para cada estação, o valor da gravidade observada, as coordenadas geográficas, o valor das correções e o valor Bouguer corrigido. Cabe ressaltar que a correção de latitude aplicada sobre o valor de gravidade observada utilizou a fórmula do elipsóide de referência de 1930.

Para um reconhecimento geral da área ao redor da ilha de Itaparica, inicialmente, foi selecionada uma área que incluía a baía de Todos os Santos, a ilha de Itaparica, parte da bacia do Recôncavo e a região litorânea adjacente (figura 6.3, mapa 1).

Utilizando o método de mínima curvatura, interpolou-se os dados de valor Bouguer corrigido numa malha de 400x400 metros. O mapa gerado apresentou uma boa coerência nas áreas bem amostradas, entretanto produziu também uma série de artefatos nas áreas onde o espaçamento das amostras não possuía um intervalo adequado (figura 6.4). Buscando um melhor detalhamento da área foi realizada uma nova seleção dos dados concentrando-se apenas na ilha de Itaparica e áreas próximas, que englobou parte da baía de Todos os Santos e os dois altos estruturais adjacentes (figura 6.3, mapa 2).

Com cobertura de dados mais densa e melhor distribuída ( figura 6.3, mapa 2) foi calculada uma malha de valor Bouguer corrigido com espaçamento de 100 metros, usando a interpolação por mínima curvatura. Cinco amostras mal adquiridas ou processadas foram visivelmente observadas no mapa e como não possuíam nenhuma coerência com os dados vizinhos foram excluídas do arquivo original. Por fim, utilizando os mesmos parâmetros, o dado foi interpolado novamente gerando o mapa de anomalia Bouguer (figura 6.5).

Para a geração do mapa de anomalias residuais foi realizada a separação regional-residual. Numericamente, esta operação foi implementada pela subtração de uma superfície de tendência de segundo grau às anomalias observadas. Com base nesses dados, uma nova malha foi calculada, utilizando também o método de mínima curvatura (figura 6.6).

O último tratamento aplicado nos dados gravimétricos foi a continuação para cima, onde adotou-se uma altura de 500 metros, produzindo um mapa sem influência das altas frequências. Posteriormente foi aplicada a primeira derivada vertical onde se ressaltou os fortes gradientes do mapa de contorno (figura 6.7).

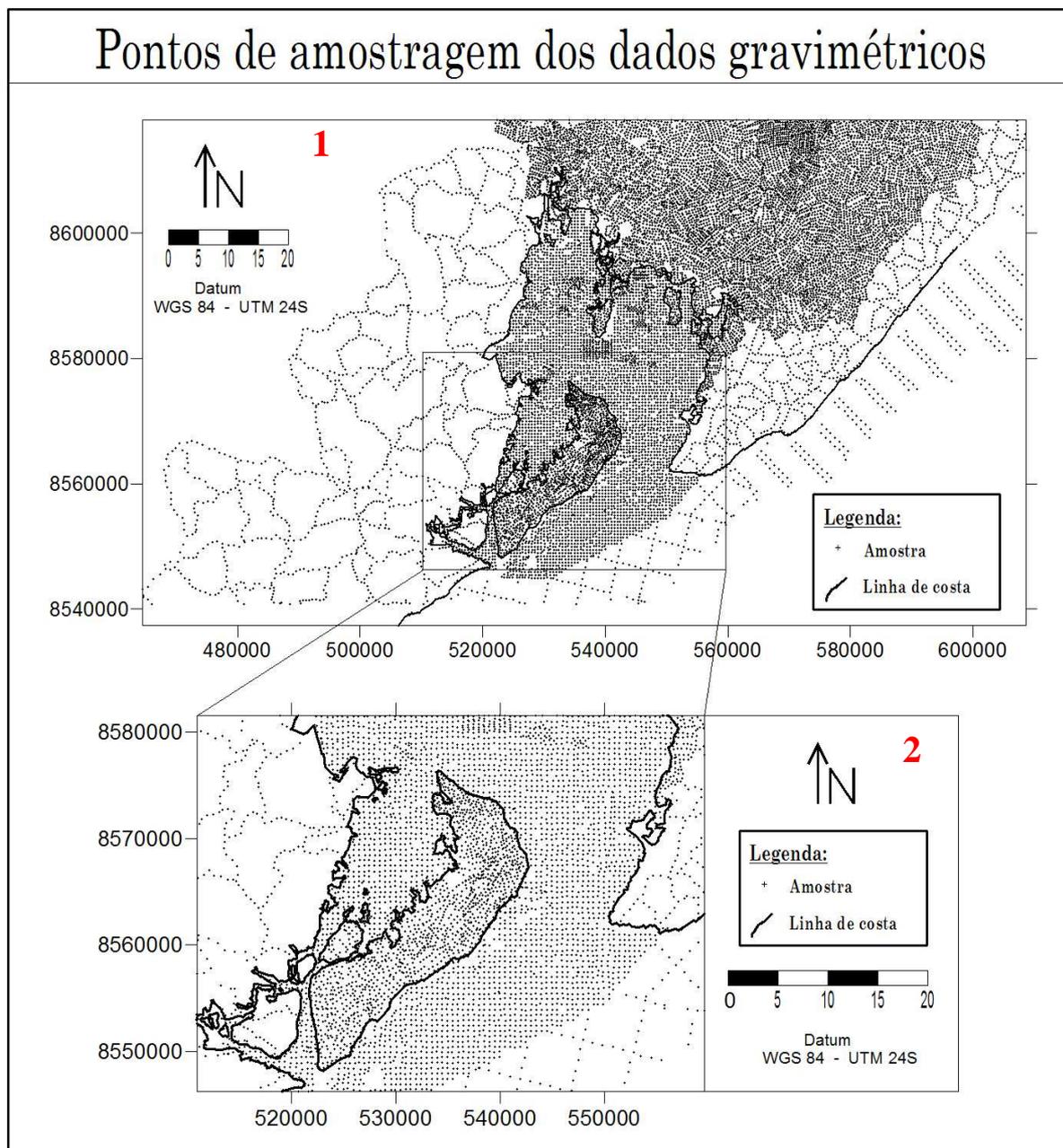


Figura 6.3 – Mapa da distribuição das estações de amostragem dos dados gravimétricos.

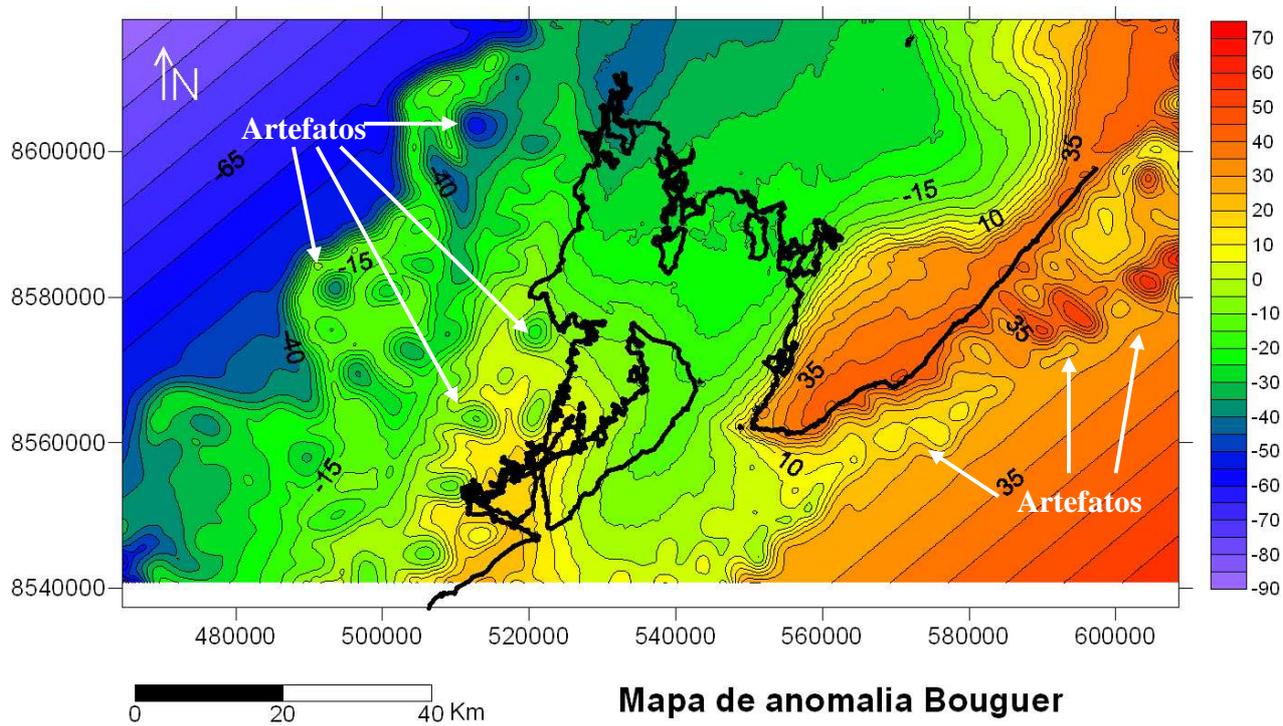


Figura 6.4 – Mapa de anomalia Bouguer da área amostrada no mapa 1 da figura 6.3.

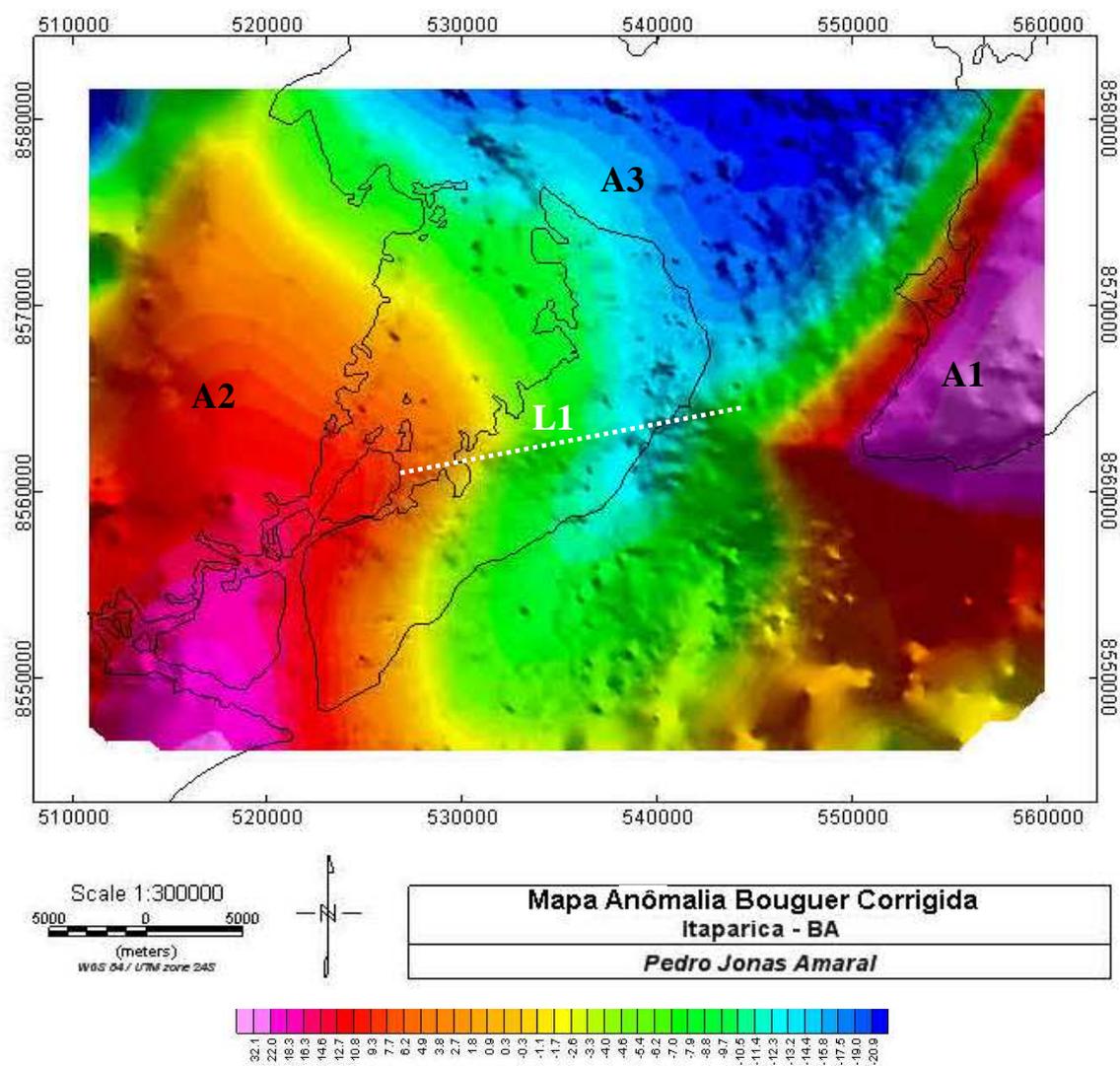


Figura 6.5 – Mapa de anomalia Bouguer da área de estudo. A1, A2, A3 e L1 representam as anomalias e lineamentos mencionados no trabalho.

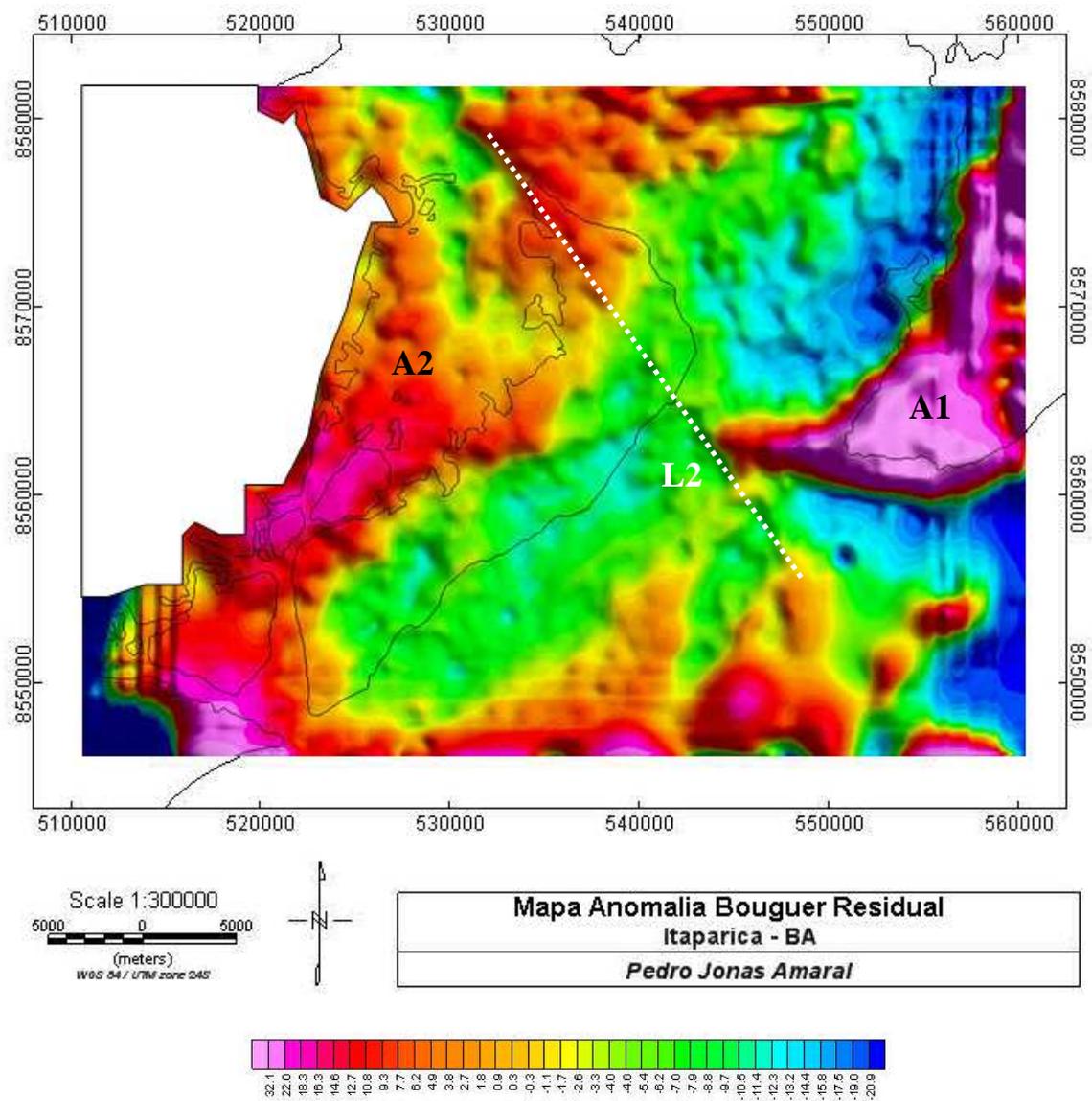


Figura 6.6 – Mapa de anomalia Bouguer residual da área de estudo. A1, A2 e L2 representam as anomalias e lineamentos mencionados no trabalho.

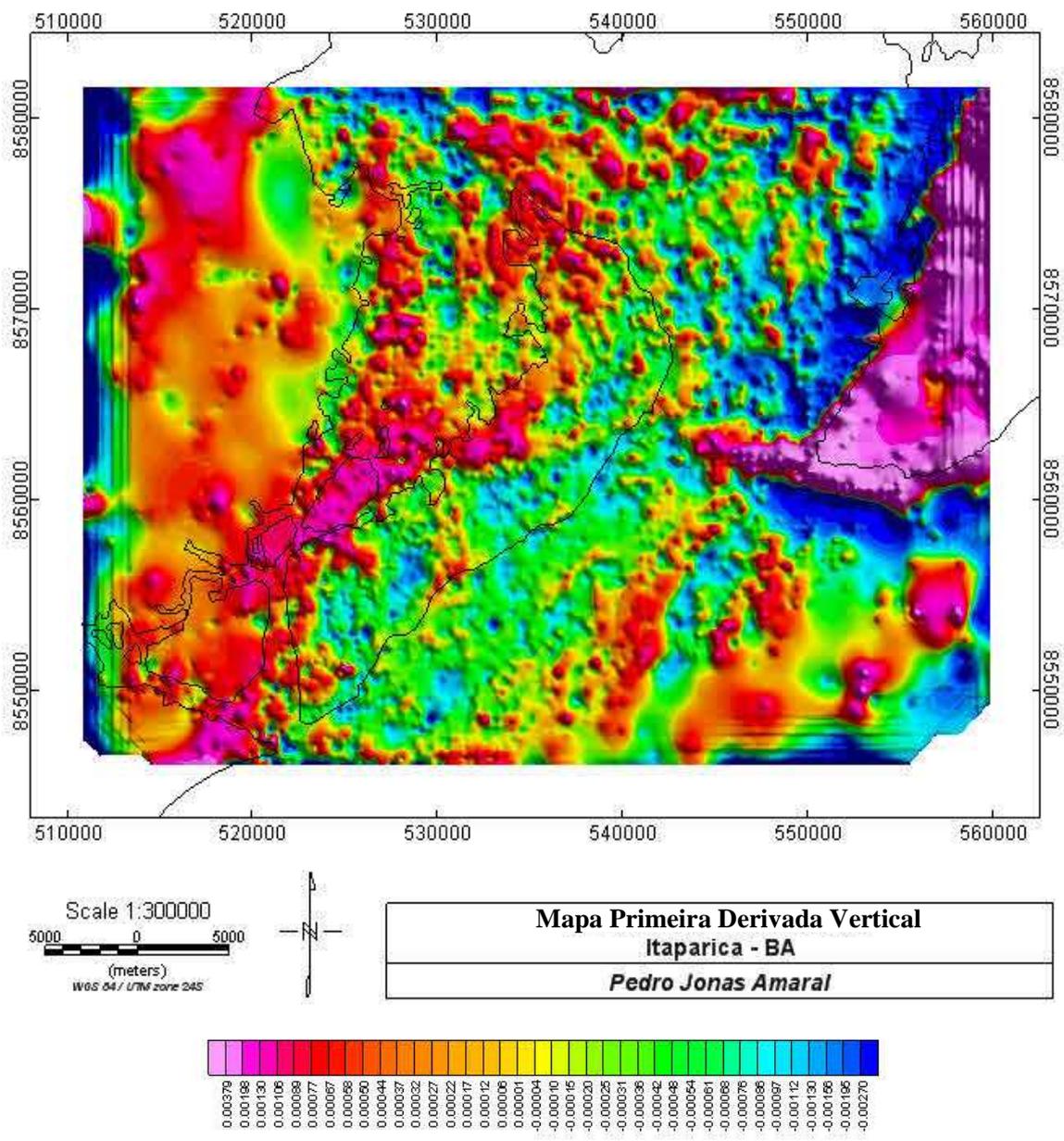


Figura 6.7 – Mapa da primeira derivada vertical da área de estudo.

## 7 – Método sísmico e poços

O método sísmico constitui a ferramenta mais empregada na prospecção de hidrocarbonetos. Ela procura investigar as estruturas geológicas da crosta terrestre com base na propagação de ondas elásticas artificialmente criadas na superfície da Terra. Estas ondas se propagam para todas as direções penetrando na crosta terrestre onde são refletidas e refratadas pelas diferentes interfaces rochosas. Os sinais de resposta são detectados, em superfície, por receptores (geofones/hidrofones) o que permite determinar a distribuição das velocidades de propagação e, em consequência, formar uma idéia a respeito da composição dos materiais, determinar as profundidades e as geometrias das interfaces.

Os dados de poços fornecem informações geológicas pontuais com excelente resolução vertical. Na etapa de perfuração do poço distintos dados geofísicos e geológicos são adquiridos ao longo da coluna. Amostras sedimentológicas de calha, coletadas junto com a lama de perfuração, são utilizadas na descrição da composição litológica enquanto que os perfis geofísicos trazem informações das propriedades físicas das rochas com uma amostragem contínua em profundidade.

Os métodos sísmicos, diferentemente dos dados de perfis de poços, possuem baixa resolução vertical e alta densidade de amostragem horizontal. Com isso a integração destes dois métodos gera resultados mais confiáveis e completos. Entretanto como os dados sísmicos são registrados em tempo, é necessário fazer a construção de um traço sísmico sintético que sirva para amarrar o dado em profundidade do poço com a sísmica.

Os sismogramas sintéticos (figura 7.1) foram gerados a partir dos perfis sônico e de densidade, quando disponíveis. Para a sua construção realiza-se a multiplicação do inverso dos valores do perfil sônico (DT) pelos valores de densidade (RHOB) obtendo assim um perfil de impedância acústica. Deste perfil, foram extraídos os valores de refletividade que posteriormente foram convolvidos com uma ondícula de tipo Ricker, com uma frequência dominante de 30 Hz.

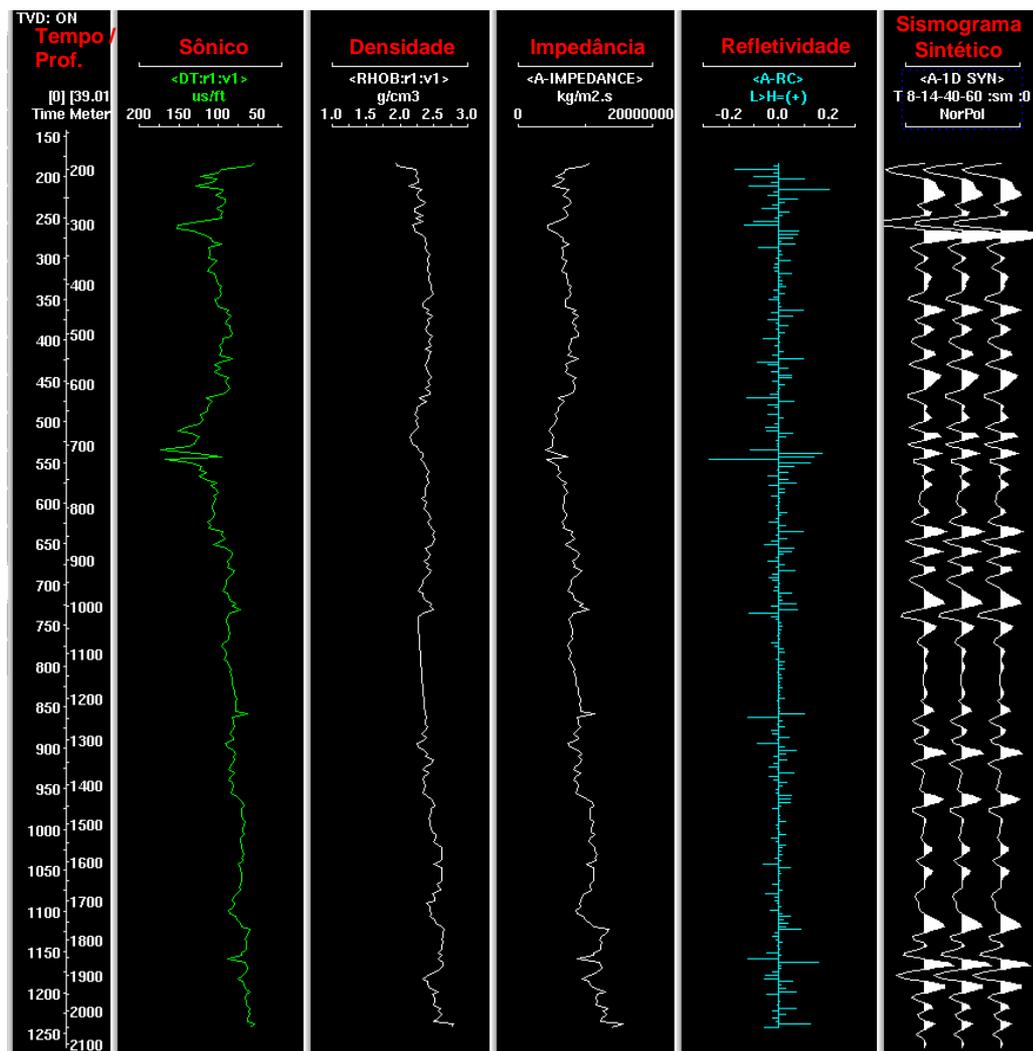


Figura 7.1 – Curvas dos perfis sônicos e de densidades do poço 1-VC-003. A partir destas gera-se o perfil de impedância de onde são extraídos os valores de refletividade. O sismograma sintético foi obtido utilizando uma ondícula de tipo Ricker, 30Hz.

## 7.1 – Metodologia de trabalho:

A metodologia de trabalho dos dados sísmicos e de poços consistiu das seguintes etapas:

- Aplicação de controle de ganho automático (AGC) nas linhas sísmicas 2D.
- Amarração dos poços a sísmica mediante uso de sismogramas sintéticos.
- Mapeamento do embasamento e principais falhas.
- Correlação da sísmica com anomalias gravimétricas.

Inicialmente, buscando equalizar as amplitudes dos traços das linhas sísmicas, foi aplicado um controle de ganho automático (AGC) em todo o dado. A técnica de AGC envolve a definição do comprimento de uma janela móvel de tempo, o cálculo e a aplicação de um escalar em cada amostra do dado sísmico. Após alguns testes nas linhas sísmicas deste projeto, optou-se por utilizar uma janela com comprimento de 500 ms e normalização de amplitude do tipo RMS.

A partir dos sismogramas sintéticos obtidos dos dados de poço, realizou-se o posicionamento da coluna do poço na linha sísmica. A amarração dos poços à sísmica exerceu papel importante na interpretação do embasamento, pois garantiu maior confiabilidade da posição dos marcadores estratigráficos. A linha sísmica “C” (figura 8.6) serviu de base para a interpretação do embasamento na área de estudo, sendo feita a propagação da interpretação do embasamento através de seus cruzamentos com outras linhas.

A correlação da interpretação sísmica com as anomalias gravimétricas foi realizada a partir da sobreposição dos mapas de contorno gravimétrico e das linhas sísmicas. Isto possibilitou uma delimitação das anomalias gravimétricas nos dados sísmicos. Por fim, buscou-se fornecer uma interpretação geológica aos dados gravimétricos.

## 8 – Resultados e discussão

Em um contexto regional, a área de estudo encontra-se próxima dos limites entre as bacias de Jacuípe, Recôncavo ao norte e Camamu ao sul, como pode ser visualizado na figura 8.1 (Cuiñas, 2004). Neste mapa regional de anomalia Bouguer residual de satélite destacam-se as seguintes feições:

- Junção tríplice entre as bacias de margem leste Camamu, Jacuípe e o início do aulacógeno do Recôncavo.
- Sistema de falhamentos N-S e NE-SW relacionado a esforços distensivos que deram origem ao escalonamento de blocos, gerando meio grabens e um sistema alinhado de falhas normais.
- Sistemas de falhas de transferência NW-SE que limitam ao norte e ao sul a área de estudo controlando a implementação do cânion de Jequiriçá e movimentação lateral (strike-slip) dos blocos de embasamento.

O mapeamento de detalhe permitiu realçar as principais feições estruturais da área de estudo. No mapa de anomalia Bouguer (figura 6.5) destacam-se dois altos gravimétricos alinhados (A1 e A2, figura 6.5) que bordejam um baixo anômalo (A3, figura 6.5) o qual se estende em direção à bacia do Recôncavo. Uma feição ENE-WSW destaca-se no centro do mapa sendo possivelmente produzida por falhamentos (L1, figura 6.5).

No mapa de anomalia Bouguer residual (figura 6.6) observa-se o controle dos altos do embasamento cristalino de Salvador e o do noroeste da Ilha de Itaparica (A1 e A2, figura 6.6). O alinhamento ao longo da baía de Todos os Santos (L2, figura 6.6) sugere uma falha de transferência. A partir do mapa Bouguer residual confeccionou-se um mapa do arcabouço gravimétrico da região da Ilha de Itaparica (figura 8.2).

No mapa de primeira derivada vertical (figura 6.7 e 8.3) foram realçados os padrões lineares de detalhe sendo agrupados segundo os domínios principais NNW-SSE e NW-

SE e subordinadamente o domínio NE-SW, como pode ser observado na roseta de distribuição estatística dos lineamentos (figura 8.3).

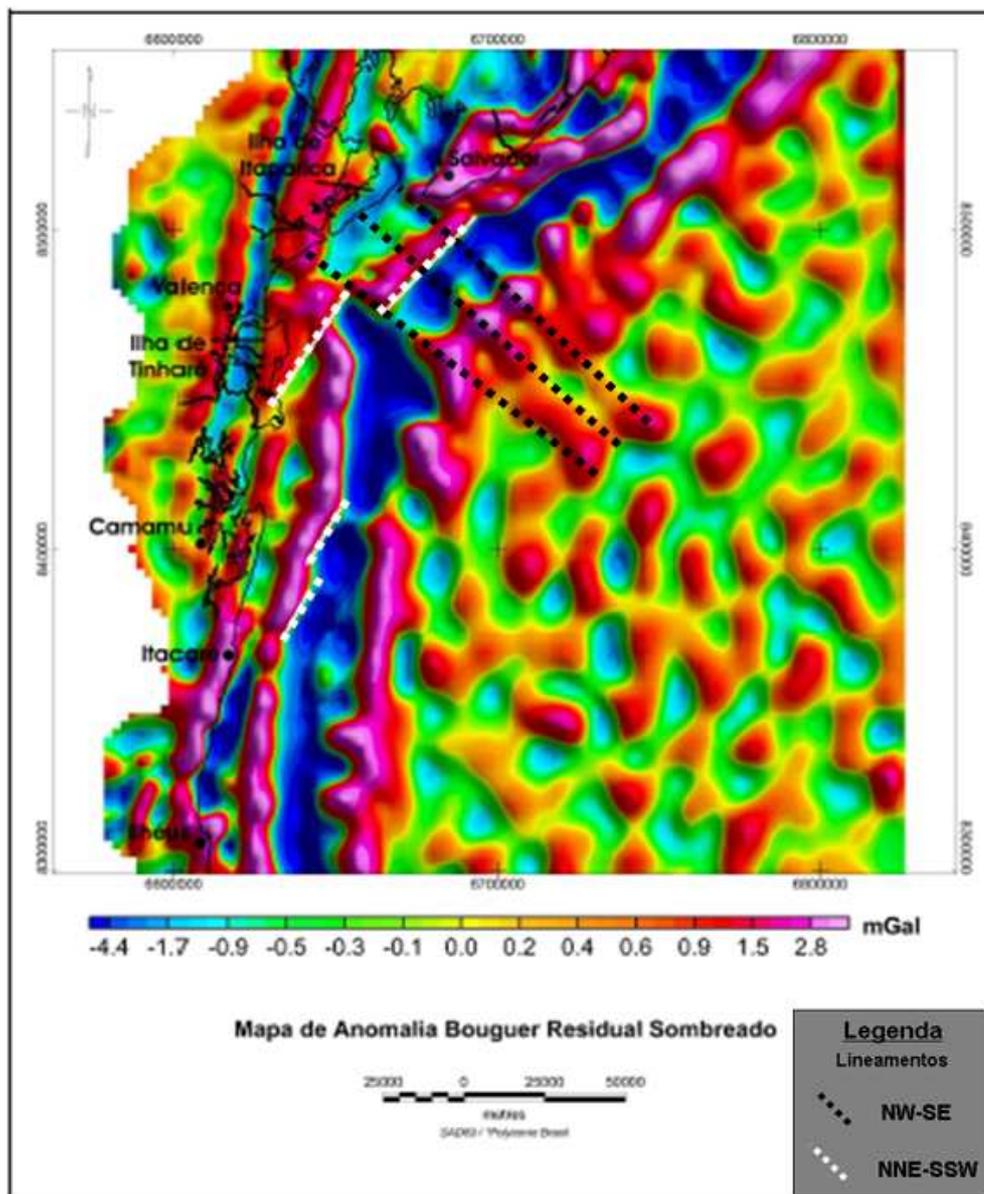


Figura 8.1 – Mapa de anomalia Bouguer residual em escala regional, incluindo a ilha de Itaparica, as bacias de Camamu, Almada e Jacuípe. (Modificado de Cuiñas, 2004)

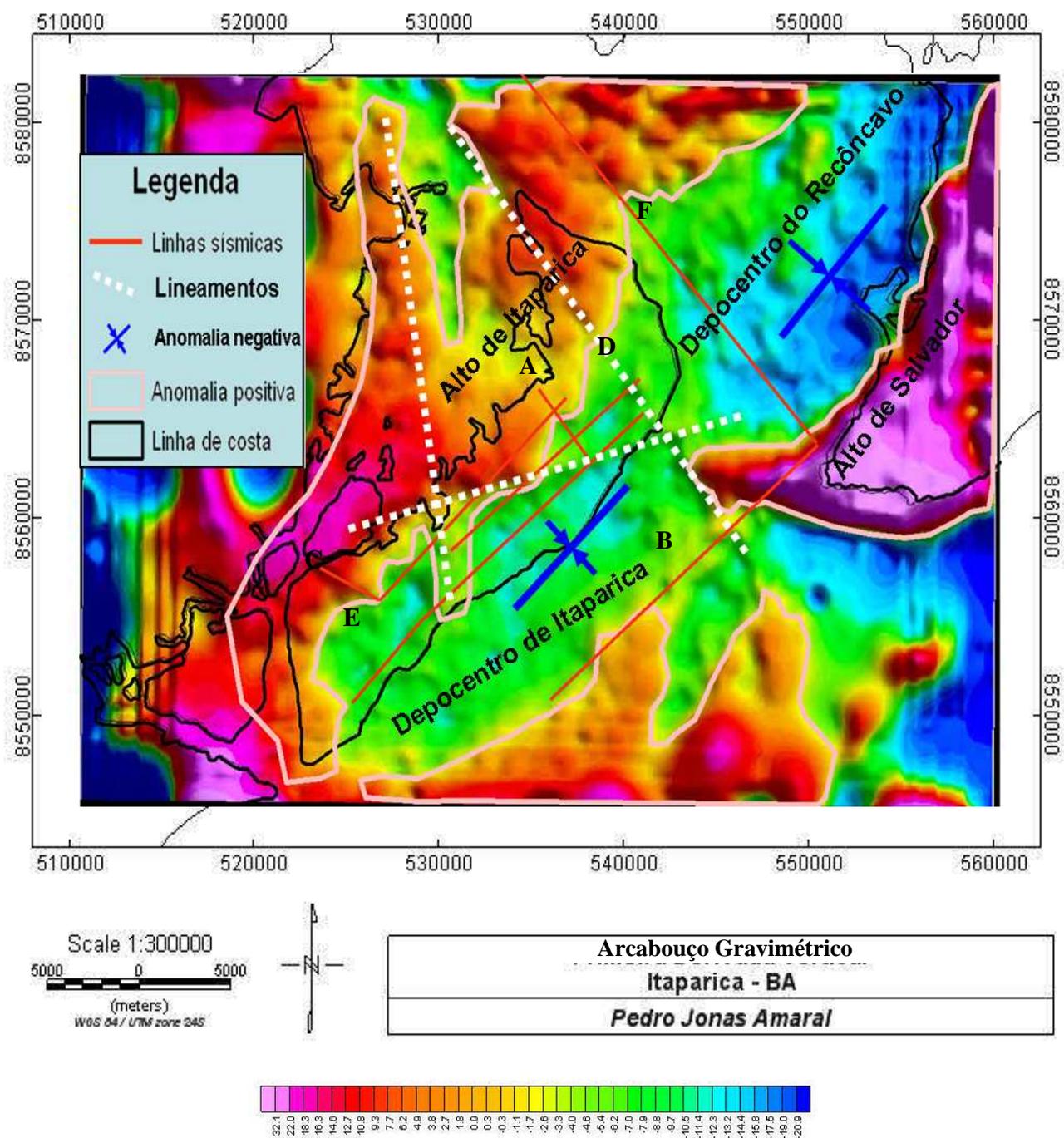


Figura 8.2 – Mapa do arcabouço gravimétrico interpretado sobre o mapa de anomalia Bouguer residual.

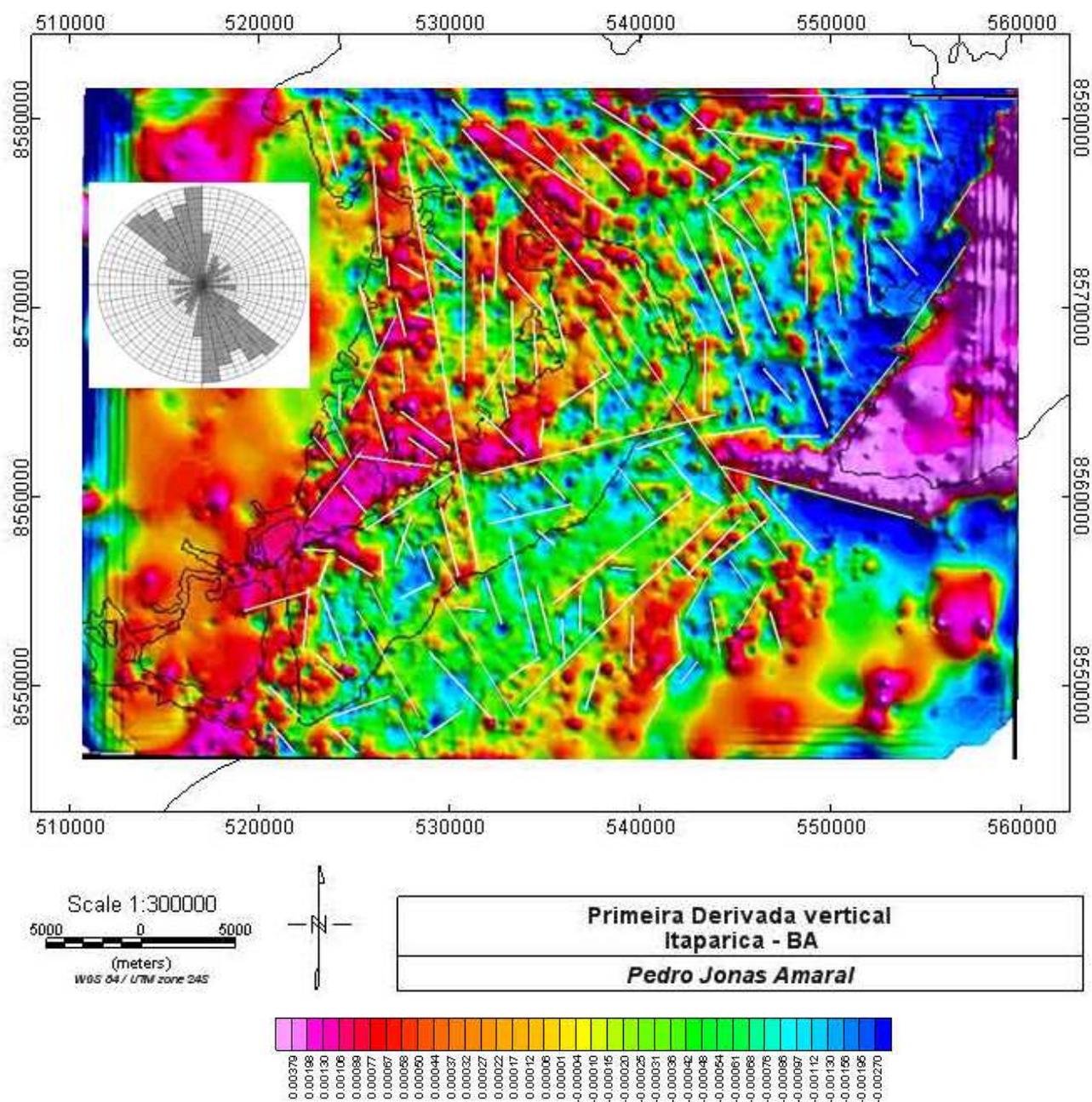


Figura 8.3 – Mapa da primeira derivada vertical com os principais lineamentos interpretados. A roseta indica a representação estatística das direções dos lineamentos interpretados.

A interpretação dos mapas gravimétricos permitiu reconhecer três domínios tectônicos principais e áreas com anomalias gravimétricas positivas e negativas. As principais feições reconhecidas foram:

**Domínio NW-SE**, se estende ao longo da porção emersa da bacia de Camamu e na borda leste do Cráton de São Francisco reconhecido na literatura como Faixa Salvador – Curuçá, do pré-cambriano (figura 4.3 e 8.3). Este lineamento foi analisado em detalhe na linha “A” (figura 8.4), onde foi interpretada a formação de estruturas em flor positiva (pop up) as quais poderiam indicar uma reativação deste domínio segundo movimentação strike-slip (transcompressiva) durante a abertura do atlântico no Cretáceo Superior. No exemplo da linha sísmica “B” (figura 8.5), embora a qualidade da sísmica não permita reconhecer os refletores do embasamento e de Sergi, pode ser também observado o desenvolvimento de um importante alto de embasamento. A extremidade sudoeste de Salvador apresenta-se fortemente complexa, sendo provavelmente um produto da superposição de dois domínios tectônicos diferentes.

A interpretação do **Domínio NE-SW** encontra-se vinculada aos falhamentos distensivos relacionados com a formação da bacia do Recôncavo. No exemplo das linhas sísmicas compostas “C” (figura 8.6), observa-se a falha de embasamento e a geração de estruturas de tipo horst e grabens. Nesta secção destaca-se a presença de uma importante falha normal que desloca o embasamento cristalino e gera, no bloco baixo da mesma, uma depressão onde se desenvolveram os depósitos do campo de “Morro do Barro”. Os altos de embasamento e os depocentros possuem uma expressão gravimétrica representada por anomalias positivas e negativas respectivamente, tal como pode observar-se na linha “D” (figura 8.7). O alto estrutural de embasamento situado no *Shot Point* 110 da linha “C” (figura 8.6) foi amarrado com o poço 1-VC-0003.

Outros exemplos da presença de anomalias positivas e negativas, vinculadas a altos de embasamento e geração de depocentros locais pode ser observado no mapa do arcabouço gravimétrico (figura 8.2) e na linha sísmica “E” (figura 8.8) . A correlação do depocentro visualizado entre os *Shot Points* 700 e 100, desta linha, com o baixo gravimétrico local presente no interior da Ilha de Itaparica exemplifica a boa integração destes dois métodos geofísicos. Na linha sísmica “F” (figura 8.9) destaca-se o mergulho

do embasamento e das camadas sedimentares em direção ao depocentro do recôncavo (figura 8.2).

O **Domínio NNW-SSE** pode estar associado aos esforços distensivos durante a formação da bacia da Camamu. No mapa de figura 8.2 e na linha sísmica “C” (figura 8.6), este lineamento produz um pequeno horst dentro do grande baixo estrutural do depocentro de Itaparica, sendo responsável pela geração da estrutura do campo “Morro do Barro”.

## Linha sísmica “A”

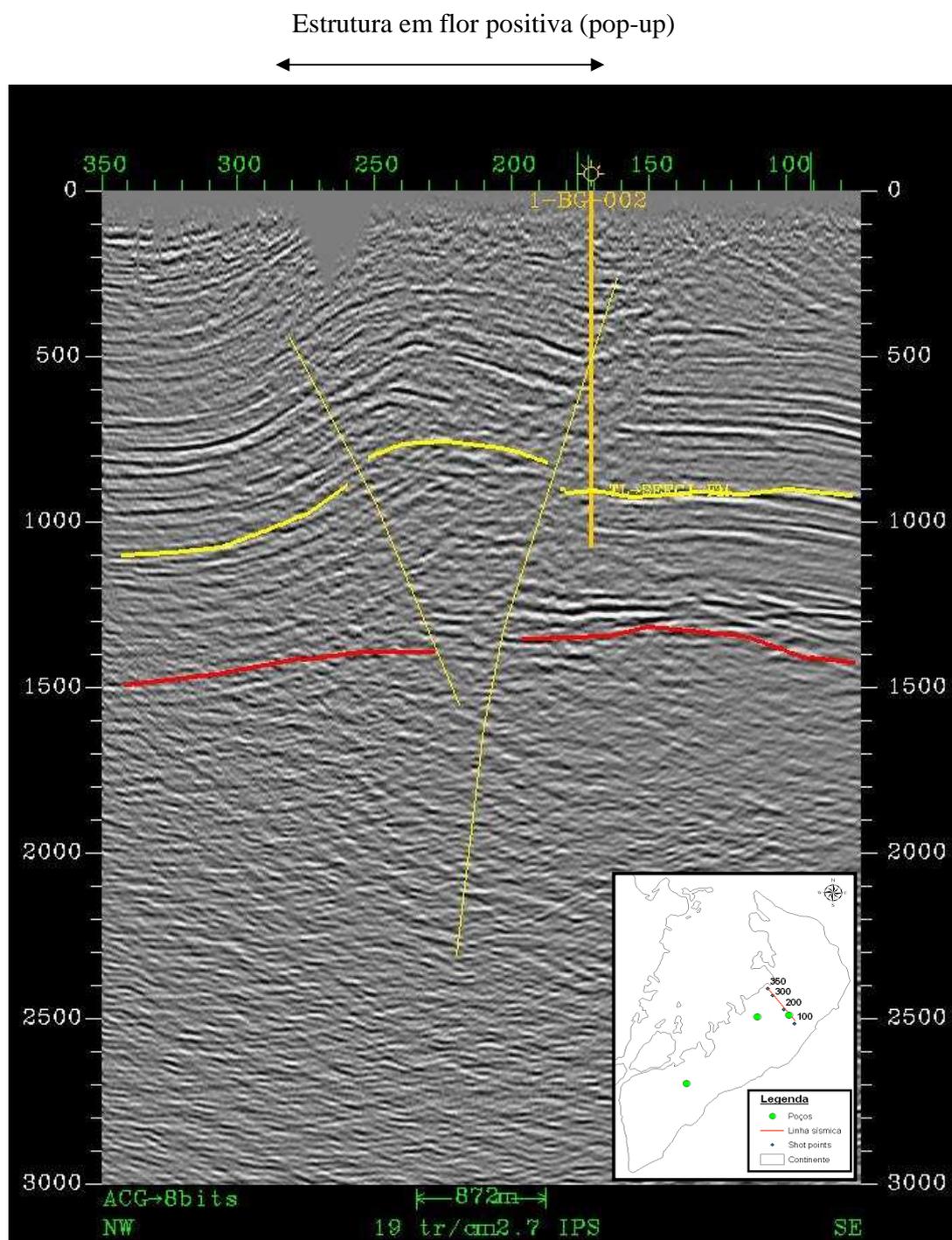


Figura 8.4 – Linha sísmica “A”, em tempo duplo.

## Linha sísmica “B”

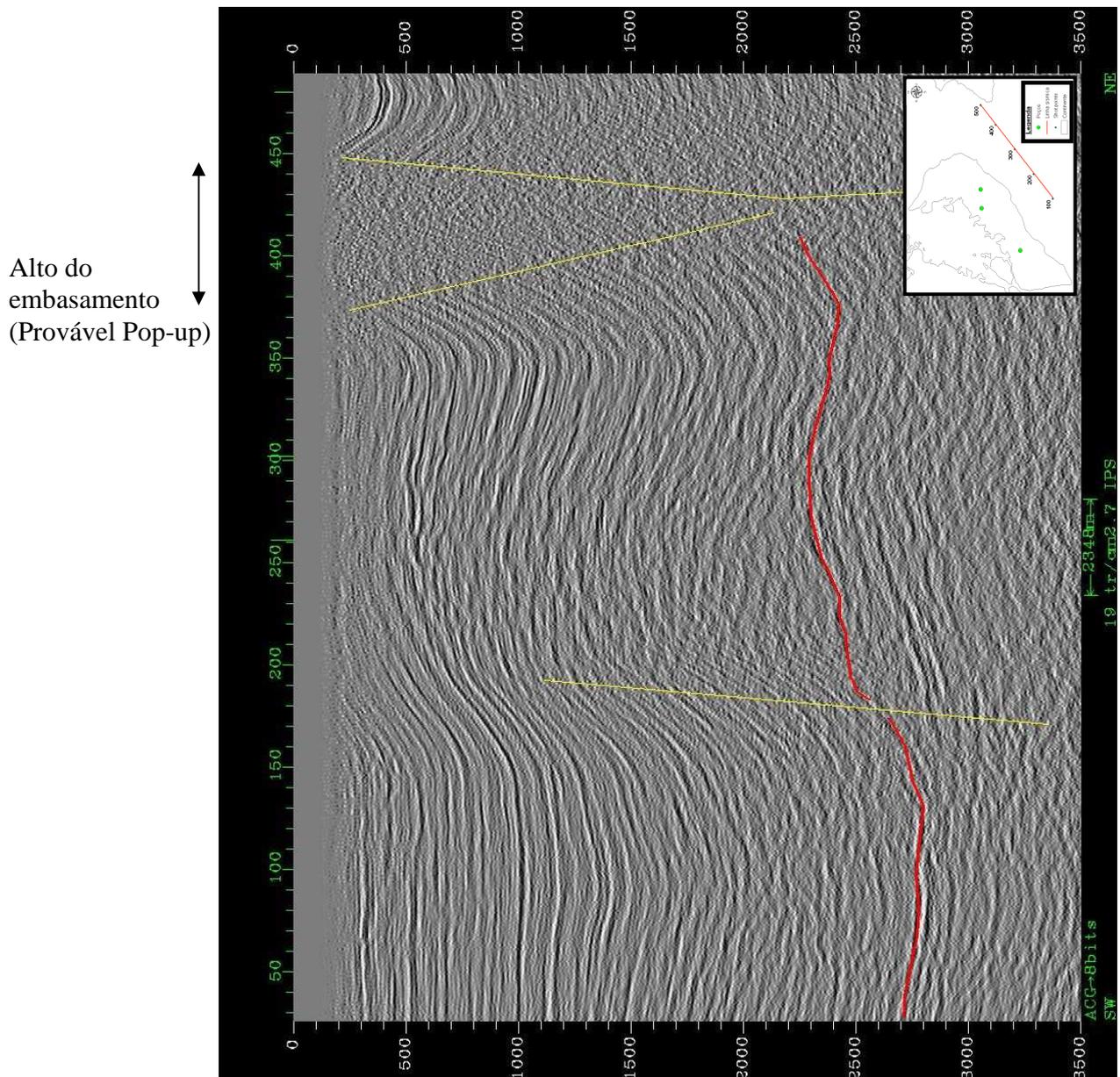


Figura 8.5 – Linha sísmica “B” , em tempo duplo.

## Linha sísmica “C”

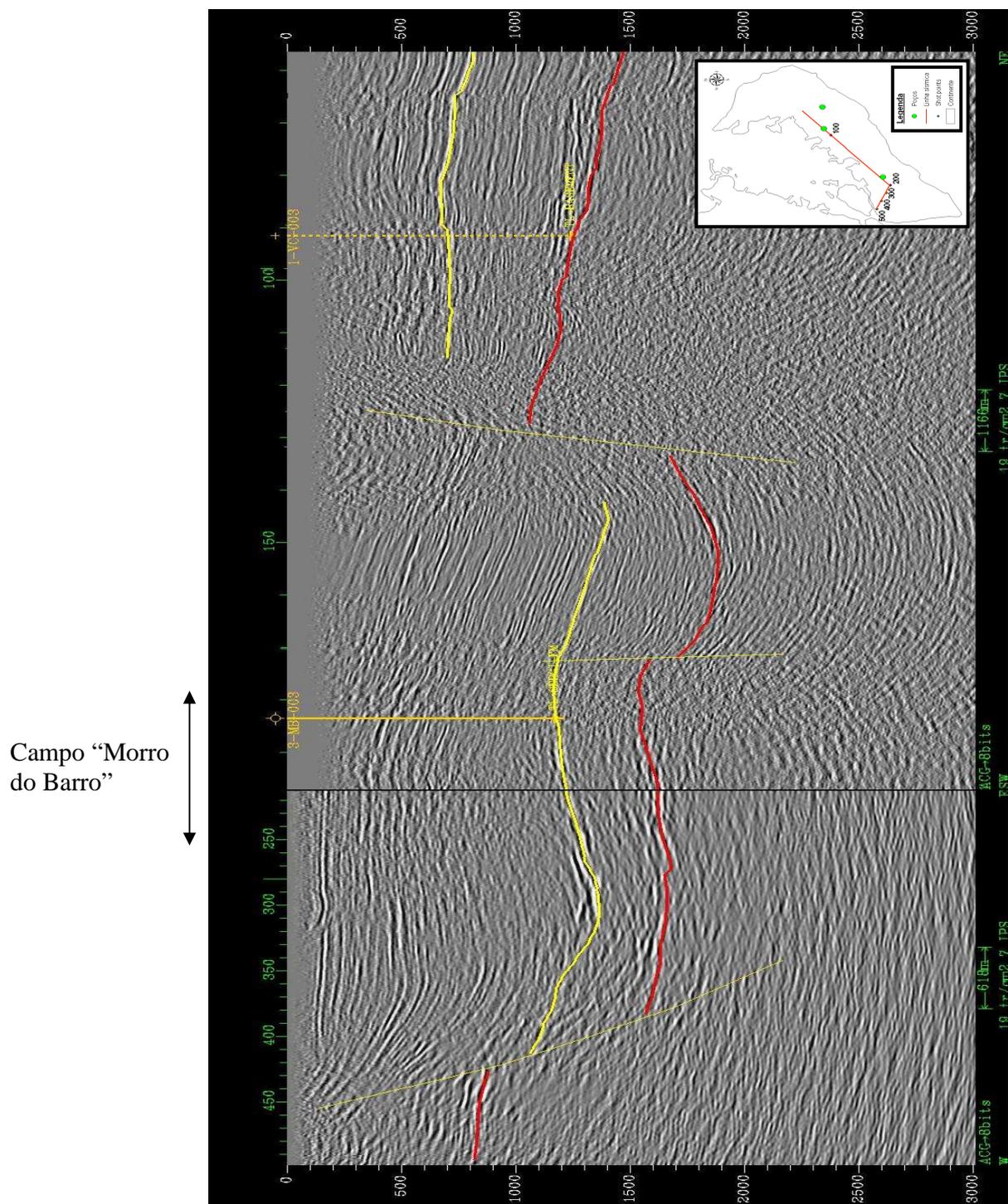


Figura 8.6 – Linha sísmica “C”, em tempo duplo.

## Linha Sísmica “D”

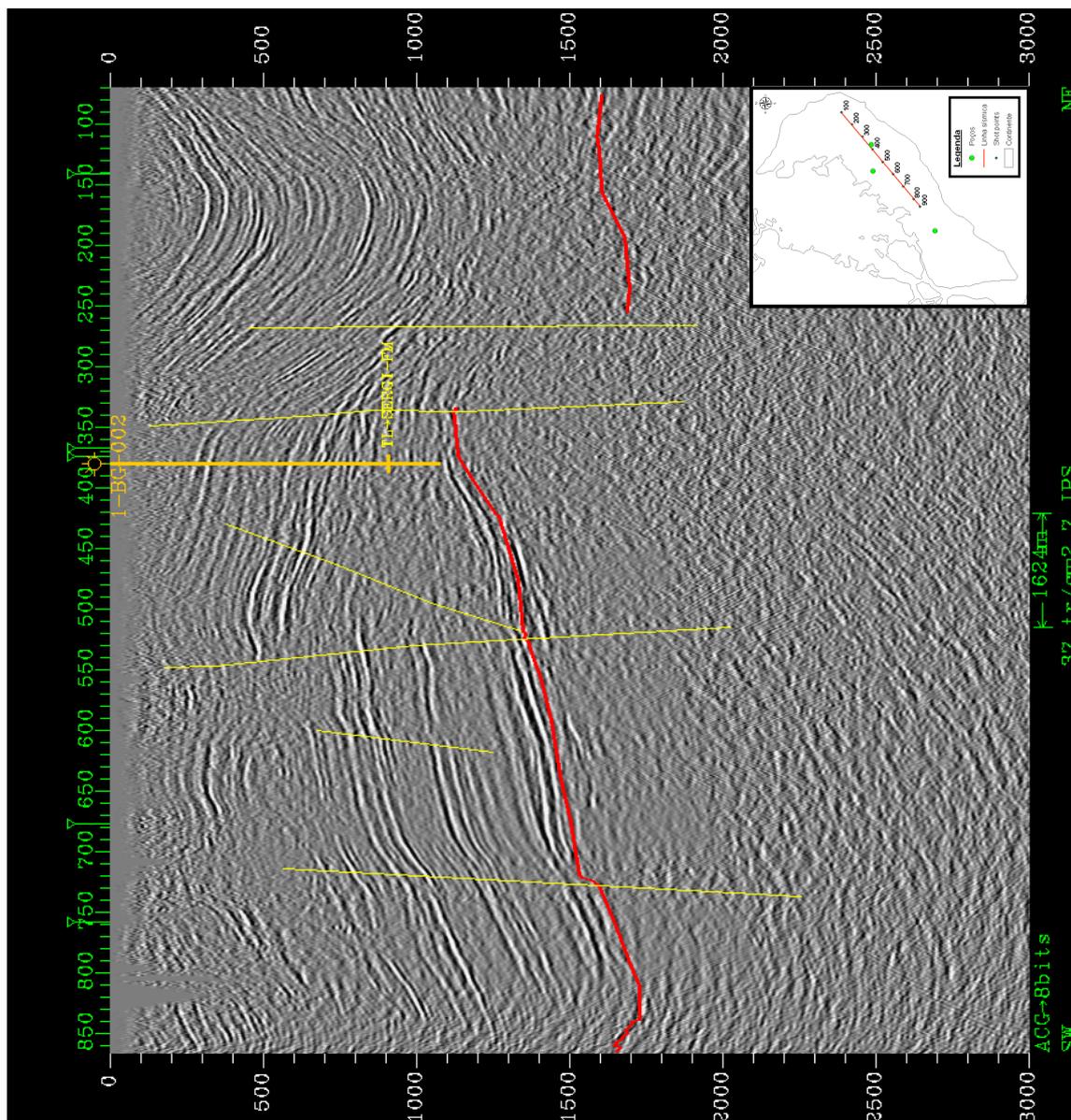


Figura 8.7 – Linha sísmica “D”, em tempo duplo.

## Linha sísmica “E”

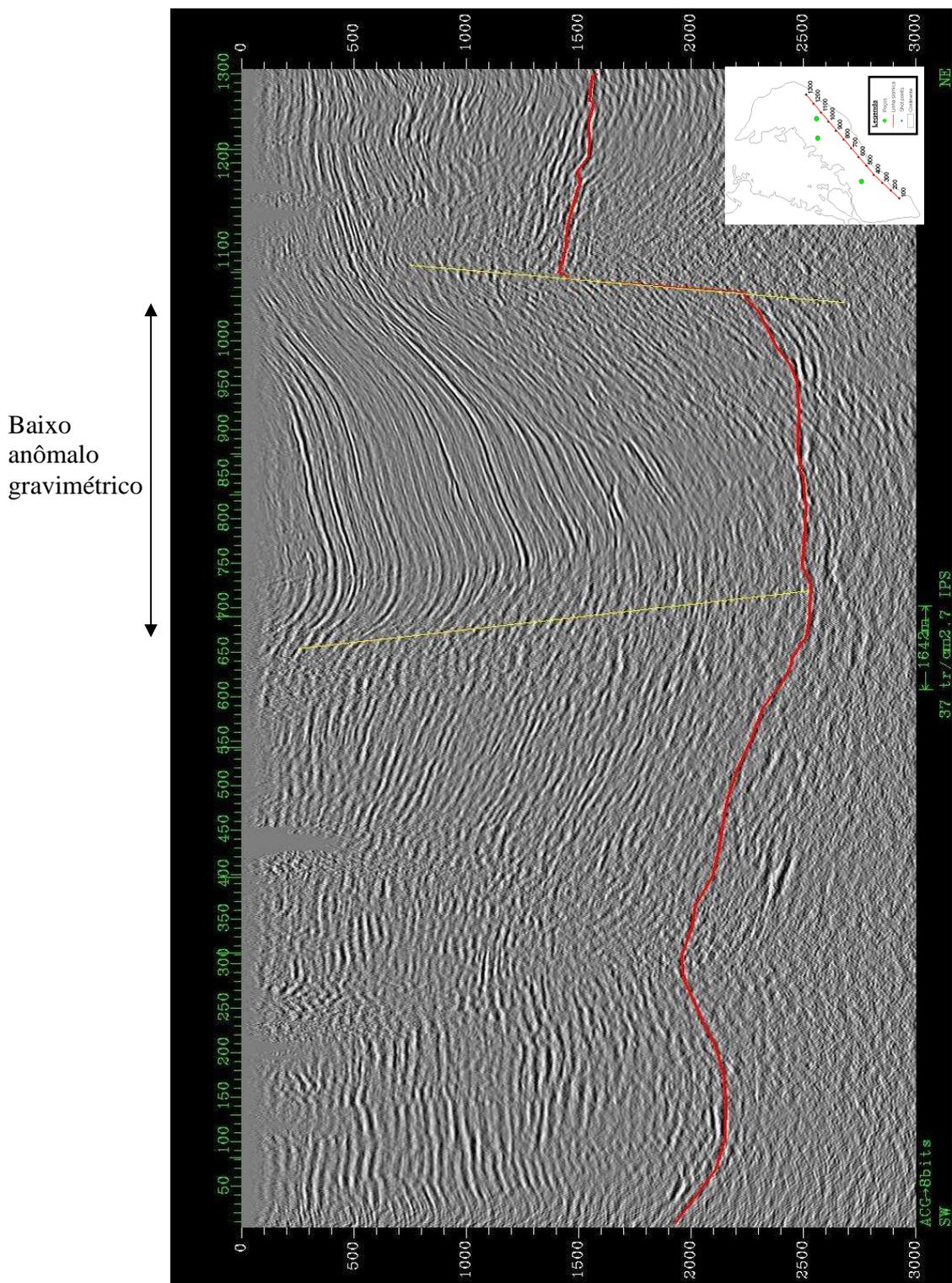


Figura 8.8 – Linha sísmica “E”, em tempo duplo.

## Linha sísmica “F”

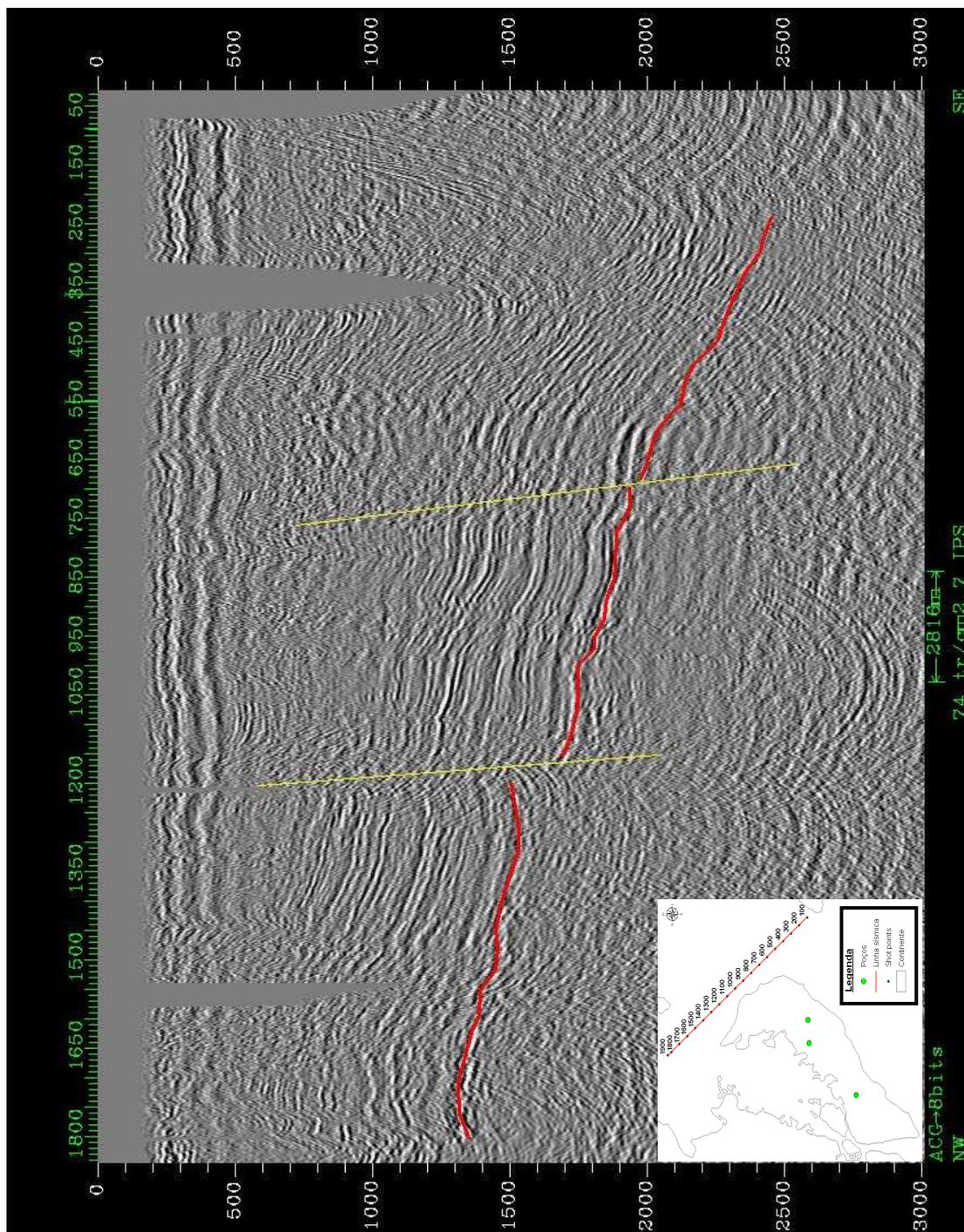


Figura 8.9 – Linha sísmica “F”, em tempo duplo.

## 9 – Conclusão

Os dados sísmicos e as anomalias gravimétricas mostraram uma excelente correlação na área de estudo. O processamento do dado gravimétrico permitiu reconhecer domínios preferenciais NW-SE e NNW-SSE que podem ser vinculados com as direções principais de deformação da Faixa Móvel Salvador-Curuça do Cráton de São Francisco.

Os dados gravimétricos e sísmicos analisados mostram a complexidade estrutural da área de estudo, onde ocorrem superposições de vários domínios tectônicos relacionados à abertura do Atlântico e formação do rifte abortado do Recôncavo. As feições regionais reveladas nos mapas gravimétricos e confirmadas pela sísmica foram reconhecidas como as que controlam localmente a estrutura das pequenas e relativamente rasas bacias na área da ilha de Itaparica, entre elas aquela onde se localiza o campo de “Morro do Barro”.

A estimativa da profundidade e extensão das bacias identificadas na região da Ilha de Itaparica constituirá um estudo a ser desenvolvido posteriormente. A modelagem gravimétrica utilizando as profundidades obtidas com os dados sísmicos e de poços servirá para fazer uma interpretação gravimétrica quantitativa na área do trabalho.

## 10 – Referências bibliográficas

- AGUIAR, G. A. & MATO, L. F., 1990. Definição e relações estratigráficas da Formação Afligidos nas bacias do Recôncavo, Tucano Sul e Camamu, Bahia, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36, Natal, SBG. Anais, v. 1, p. 157 – 170.
- ALMEIDA, F. F. M., 1977. O Cráton de São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, v. 7, p. 349-364.
- BARBOSA, J. S. F., SABATÉ, P., MARINHO, M. M., 2003. O Cráton de São Francisco na Bahia: uma síntese. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 33, n.1, p. 3-6.
- BEDREGAL, R. P., 2005. Modelagem quantitativa flexural e cinemática de bacias sedimentares. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação de engenharia civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil. 70 - 71.
- BLUM, M. L. B., 1999. Processamento e interpretação de dados de geofísica aérea no Brasil central e sua aplicação à geologia regional e à prospecção mineral. Dissertação de doutorado. Universidade de Brasília, Instituto de Geociências. Cap 5.
- CAIXETA, J. M., MILHOMEM, P. S., WITZKE, R. E., DUPUY, I. S. S. & GONTIJO, G. A.; B., 2007. Cartas estratigráficas das bacias de Camamu e Recôncavo. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 455-461, maio/nov.
- CUIÑAS, E. P., 2004. Emprego de técnicas de sensoriamento remoto e métodos potenciais na caracterização estrutural do embasamento da bacia de Camamu-Almada, BA. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação de engenharia civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil.
- DIAS, J. L., 1991. Análise estratigráfica e evolução da fase rift nas bacias das margens leste e sudeste do Brasil. Rio de Janeiro, Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências. 144p.
- GONÇALVES, F. T. T., BEDEGRAL, R. P., COUTINHO, L. F. C. MELLO M. R., 2000. Petroleum system of the Camamu-Almada Basin: a quantitative modeling approach.

- KÜCHLE, J., 2004. Análise estratigráfica da seção rift da bacia de Camamu-Almada, Bahia. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul PPGGEO/UFRGS. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. 157p.
- LUIZ, J. G. & SILVA, L. M. C., 1995. Geofísica de prospecção. Belém, UFPA, Cejup, 311p.
- MOHRIAK, W. U., 2003. Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Cap III: Bacias Sedimentares da Margem Continental Brasileira. CPRM, Brasília, pags 87 – 165.
- NETTO, A. S. T.; FILHO, J. R. W. & FEIJÓ, F. J., 1994, Bacias de Jacuípe, Camamu e Almada. Boletim de Geociências da Petrobras, 8(1): 173 – 184. Rio de Janeiro, Brasil.
- RAJA-GABAGLIA & MILANI, E.J., 1991. Origem e evolução das bacias sedimentares. Petróleo Brasileiro S.A. Rio de Janeiro, Brasil.
- REYNOLDS, J. M., 1997. An introduction to applied and environmental geophysics. Chichester, John Wiley & Sons. P. 29-208