



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Oswaldo José Correia Filho

PROCESSOS DE REATIVAÇÃO TECTÔNICA TRANSCORRENTE
CENOZÓICA NA MARGEM ORIENTAL DO NE DO BRASIL E CROSTA
OCEÂNICA ADJACENTE

Recife

2022

Oswaldo José Correia Filho

**PROCESSOS DE REATIVAÇÃO TECTÔNICA TRANSCORRENTE
CENOZÓICA NA MARGEM ORIENTAL DO NE DO BRASIL E CROSTA
OCEÂNICA ADJACENTE**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em geociências, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Área de concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Barbosa

Coorientador(s): Prof. Dr. Francisco Hilario Rego Bezerra

Prof. Dr. David Lopes de Castro

Recife

2022

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

C824p

Correia Filho, Osvaldo José.

Processos de reativação tectônica transcorrente cenozóica na margem oriental do NE do Brasil e crosta oceânica adjacente / Osvaldo José Correia Filho. - 2022.
216 folhas, il.; tab., abr. e sigl.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Barbosa.

Coorientador: Prof. Dr. Francisco Hilario Rego Bezerra.

Coorientador: Prof. Dr. David Lopes de Castro.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2022.

Inclui Referências e Anexos.

1. Geociências. 2. Margem leste do Brasil. 3. Neotectônica.
4. Tectono-estratigrafia. 5. Tectônica de sal. I. Barbosa, José Antonio (Orientador). II. Bezerra, Francisco Hilario Rego (Coorientador). III. Castro, David Lopes de (Coorientador). IV. Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.)

BCTG/2022-172

Osvaldo José Correia Filho

**PROCESSOS DE REATIVAÇÃO TECTÔNICA TRANSCORRENTE
CENOZÓICA NA MARGEM ORIENTAL DO NE DO BRASIL E CROSTA
OCEÂNICA ADJACENTE**

Tese de doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Geociências, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Área de concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental.

Aprovada em: 28 de janeiro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Antônio Barbosa (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Tiago Siqueira de Miranda

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Gorki Mariano

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Francisco César Costa Nogueira

Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Helio Severiano Ribeiro

Universidade Estadual do Norte Fluminense

AGRADECIMENTOS

Atribuo o sucesso desta longa caminhada, primeiramente, ao esforço de minha família, orientando-me a fazer as escolhas mais sensatas durante o doutorado, principalmente, a minha mãe Maria de Fátima de Oliveira Cavalcanti, que apesar das intempéries que surgiram inesperadamente em sua vida, lutou para que eu sempre pudesse me qualificar cada vez mais. A ela eu atribuo essa vitória. A Lucianna Quidute, minha esposa que foi a pessoa responsável por me ensinar a superar e enfrentar as dificuldades e barreiras que surgiram em minha vida ao longo desta jornada.

Agradeço aos meus orientadores, José Antônio Barbosa, Hilário Bezerra e David Lopes de Castro que me fizeram enxergar e aplicar com mais competência os conhecimentos adquiridos ao longo do desenvolvimento desta tese de doutorado, ao laboratório Geoquantt que me forneceu a infraestrutura necessária para a realização da pesquisa.

Também agradeço ao corpo docente do DGEO, onde encontrei grandes amigos, e em especial aos ex-professores e professores Lúcia Mafra Valença, Virgínio Henrique Neumann e Jefferson Tavares.

Agradeço aos amigos de convivência do laboratório Geoquantt, pelos momentos de descontração entre uma cerveja e outra, como também pelo apoio técnico e companheirismo provido no decorrer desta pesquisa.

Ao convênio FADE/SINOCHEM/UFPE intitulado: Investigação e Integração de Novos Parâmetros aos Métodos Geofísicos de Estudos de Sistemas Petrolíferos em Áreas de Novas Fronteiras (Projeto SEASOUND), Contrato N° 52/2013 UFPE, 31/2013 FADE-UFPE, pelo suporte logístico que foi fundamental para o desenvolvimento desse trabalho. Também a Marinha do Brasil, pelo fornecimento dos dados sísmicos do Programa LEPLAC. Ao Banco de Dados de Exploração e Produção, BDEP-ANP, da Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis, ANP, pelo fornecimento de dados que foram utilizados no desenvolvimento deste projeto.

RESUMO

As bacias marginais de Pernambuco, Paraíba e da Plataforma de Natal estão localizadas na margem leste da região nordeste do Brasil. Evidências de reativação tectônica posteriores a fase rifte têm sido descritas de forma sistemática no setor *onshore* e no embasamento adjacente destas bacias. No entanto, o impacto destes eventos de reativação na região *offshore* é pouco conhecido. Processos de reativação apresentam extrema importância para os modelos exploratórios de bacias sedimentares, pois podem gerar excelentes trapas estruturais e rotas de migração de hidrocarbonetos. Esta pesquisa apresenta uma avaliação dos efeitos de reativação nestas bacias com base em dados de sensoriamento remoto, dados geofísicos potenciais, e de sísmica de reflexão. Foi possível estabelecer as relações entre zonas de cisalhamento transcorrentes de escala continental, com orientação NE-SW e E-W, relacionadas ao embasamento adjacente, com o arcabouço criado pelo rifte cretáceo, e com as zonas de fratura do domínio oceânico. A análise de 130 seções sísmicas 2D permitiu mapear planos de falhas propagados a partir da reativação de falhas do rifte, que afetaram depósitos do Cretáceo Superior e do intervalo Cenozoico-Recente na região plataformal destas bacias sedimentares. Também foi possível mapear a extensão da camada de sal que ocorre no Platô de Pernambuco, a partir da tectônica de sal produzida pela sua deformação. Foram reconhecidas estruturas como diápiros, almofadas de sal, *salt sheets* e *salt teardrop*. A análise estatística-descritiva da distribuição das falhas que afetam os depósitos drifte revelou que a reativação também afetou a região de crosta oceânica durante o Cenozóico. A magnitude das componentes aparentes verticais de rejeitos dos planos de falha reativados mostrou que a configuração estrutural do embasamento Pré-Cambriano controlou a intensidade dos processos/deformação de reativação os quais foram dominados durante o Cenozóico por um regime transcorrente, a partir de um campo máximo de tensões compressivo com direção E-W, e um campo de tensões extensional com direção N-S. Assim como ocorreu nas bacias marginais do sudeste do Brasil, os eventos de reativação tectônica cenozóica possivelmente influenciaram eventuais sistemas petrolíferos presentes nas bacias marginais estudadas, produzindo trapas e rotas de migração de hidrocarbonetos.

Palavras-Chave: margem leste do Brasil; neotectônica; tectono-estratigrafia; tectônica de sal.

ABSTRACT

The Pernambuco, Paraíba, and Natal Platform marginal basins are located in the eastern border of the Brazilian Atlantic margin. Evidences of drift tectonic reactivation have been systematically reported for their onshore sector and adjacent basement domains. However, the impacts of these tectonic events in the offshore regions are poorly studied. Reactivation processes present great importance for exploratory model of sedimentary basins, because they can create excellent structural traps and hydrocarbon migration pathways. This study presents an evaluation of the reactivation effects in these basins sedimentary infill based in the analyses of satellite imagery data, geophysical potential field data, and 2D seismic reflection data. The results also showed the relationship between the continental scale strike-slip shear zones, trending NE-SW and E-W, related to the adjacent basement, with the structural framework created by the Cretaceous rift, and the fracture zones in the oceanic domain. The investigation of 130 2D seismic sections allowed mapping the fault planes which formed due the reactivation of rift faults, and which affected the deposits of Cretaceous and Cenozoic-Recent interval in the cotinental platform region of these basins. The study also mapped the extension of the salt layer that occurs within the sedimentary succession of the Pernambuco Plateau, based on the salt tectonic related-features found. It allowed the description of structures like diapirs, salt pillows, salt sheets and salt teardrop. The descriptive-statistical analyses of the distribution of the drift faults revealed that the reactivation also affected the oceanic crust domain. The magnitude of the fault slips vertical components of reactivated faults showed that the Pre-Cambrian basement configuration controlled the intensity of the processes/deformation, which were dominated during the Cenozoic by a strike slip regime, with a maximum horizontal compressive stress trending E-W, and an extensional stress trending N-S. As occurred in the marginal basins of southeastern Brazil, the events of Cenozoic tectonic reactivation possibly influenced the eventual petroleum system which could exist in the studied marginal basins, producing traps and hydrocarbon migration pathways.

Keywords: eastern Brazilian margin; neotectonics; tectono-stratigraphy; salt tectonics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Mapa topográfico/batimétrico com a localização da área de estudo....	20
Figura 2 -	Aspectos gerais da área de estudo.....	21
Figura 3 -	Mapa de distribuição dos pontos onde foram coletados testemunhos de sedimentos do leito oceânico.....	24
Figura 4 -	Mapa com a localização dos levantamentos gravimétricos.....	30
Figura 5 -	Surveys geofísicos de escala local.....	33
Figura 6 -	Mapa de localização dos 27 levantamentos de dados magnetométricos.....	34
Figura 7 -	Exemplos da representação gráfica do espectro radial no domínio da frequência.....	36
Figura 8 -	Localização das seções sísmicas 2D utilizadas nesta pesquisa.....	39
Figura 9 -	Exemplo de uma seção sísmica migrada em tempo, linha VB00_150.....	41
Figura 10 -	Detalhe de duas seções sísmicas (linhas 232_0414, a direita, e 250_0370, a esquerda) localizadas no Platô de Pernambuco.....	44
Figura 11 -	Exemplo da metodologia adotada para o mapeamento e semiquantificação das componentes verticais de rejeitos.....	47
Figura 12 -	Feições observadas em planos de falha reativados pela cinemática transcorrente.....	49
Figura 13 -	Mapa de localização da Província Borborema (PB).....	51
Figura 14 -	Seção esquemática do arcabouço morfoestrutural da PB.....	52
Figura 15 -	Reconstrução do rifte Atlântico Sul durante o Aptiano (113 M.a.).....	55
Figura 16 -	Reconstrução paleobatimétrica durante o Aptiano-Albiano de abertura do Atlântico.....	56
Figura 17 -	Reconstrução do processo de abertura do Atlântico Sul durante o Berriasiano (~140 M.a.).....	58
Figura 18 -	Principais aspectos geológicos na faixa costeira da BPE.....	62
Figura 19 -	Formações geológicas da faixa costeira da Bacia da Paraíba.....	65
Figura 20 -	Colunas estratigráficas para a faixa costeira das bacias Pernambuco, Paraíba e da Plataforma de Natal.....	66
Figura 21 -	Mapa de lineamentos topográficos obtido a partir do modelo de elevação.....	69

Figura 22 -	Mapa de derivada vertical de anomalia isostática.....	72
Figura 23 -	Mapa gravimétrico de derivada vertical (DV).....	73
Figura 24 -	Mapa RTP-REG para a área de estudo.....	75
Figura 25 -	Mapa ASA elaborado a partir da integração dos grids de dados locais.....	76
Figura 26 -	Exemplo dos padrões de sismofácies.....	80
Figura 27 -	Seção sísmica dip (0250-0377).....	81
Figura 28 -	Seção sísmica 0048-0597, localizada na região sul da Bacia Paraíba.....	82
Figura 29 -	Superfície do topo do embasamento sísmico.....	84
Figura 30 -	Superfícies do topo das principais tectonossequências.....	85
Figura 31 -	Integração de dados de topografia onshore (SRTM).....	87
Figura 32 -	Seção sísmica 0250-0378 (dip), localizada na região central do Platô de Pernambuco.....	89
Figura 33 -	Detalhe para conjunto de falhas (amarelo) com orientação preferencial NE-SW.....	91
Figura 34 -	Trecho da seção 0250-0383, localizada na região plataformal da BPE.....	91
Figura 35 -	Trecho da seção 0250-0351 (strike), localizada na porção sul da Bacia Pernambuco.....	92
Figura 36 -	Seção sísmica 0250-0382, localizada no setor sul da Bacia Pernambuco.....	93
Figura 37 -	Seção VB00_214, localizada na região norte do Platô de Pernambuco.....	96
Figura 38 -	Modelo da superfície da camada de evaporitos na região do Platô de Pernambuco.....	97
Figura 39 -	Linha sísmica (Dip) localizada domínio sul da área de estudo.....	99
Figura 40 -	Exemplos de feições de deformação relacionadas a movimentação de corpos de sal.....	100
Figura 41 -	Seção sísmica 0250-0351, apresenta posicionamento strike em relação a BPE.....	102
Figura 42 -	Detalhe de estruturas em flor positivas.....	103
Figura 43 -	Exemplos de reativação de falhas do rifte.....	104

Figura 44 -	Seção sísmica VB00_011, localizada na região sul do Platô de Pernambuco.....	105
Figura 45 -	Distribuição das falhas mapeadas no embasamento sísmico.....	107
Figura 46 -	Trecho da seção sísmica 0048-0598, localizada na região plataformal sul da Bacia Paraíba.....	109
Figura 47 -	Trecho da seção sísmica 0048-0603, localizada na região de transição entre a plataforma e o talude da Bacia da Paraíba.....	110
Figura 48 -	Seção sísmica 0250-0352 (strike, paralela a linha de costa), localizada na região sul da plataforma da Bacia Paraíba.....	111
Figura 49 -	Exemplo de um conjunto de falhas, localizado na região norte da Bacia da Plataforma de Natal.....	112
Figura 50 -	Detalhe de uma estrutura em flor, localizada na região central da plataforma da Bacia Paraíba.....	113
Figura 51 -	Mapa com os dados de distribuição, estilo e magnitude de todas as componentes verticais de rejeitos aparentes.....	116
Figura 52 -	Mapa de interpolação com os dados de distribuição, estilo e magnitude dos rejeitos.....	118
Figura 53 -	Mapa de distribuição e magnitude de rejeitos de falhas.....	121
Figura 54 -	Mapa de distribuição e magnitude de rejeitos de falhas que cortam a superfície interpretada como a discordância interna do Mioceno.....	122
Figura 55 -	Modelo de elevação digital (DEM) do Atlântico Sul Central.....	124
Figura 56 -	Mapa gravimétrico de Ar-Livre (FAA) do Atlântico Sul-Central.....	125
Figura 57 -	Mapa topográfico e batimétrico da região estudada.....	126
Figura 58 -	Seção sísmica (N-S) LEPLAC 0500.L0170.....	128

Figura 59 -	Seção sísmica (NW-SE) LEPLAC 0500.L0169A.....	129
Figura 60 -	Trecho da seção LEPLAC 0500.L0170.....	130
Figura 61 -	Mapa da distribuição e magnitude dos rejeitos de planos de falha mapeados na região de crosta oceânica.....	132
Figura 62 -	Mapa da distribuição e magnitude dos rejeitos de planos de falha mapeados na região de crosta oceânica.....	133
Figura 63 -	Figura esquemática ilustrando a extensão da camada evaporítica.....	139
Figura 64 -	Modelo evolutivo em quatro estágios da tectônica do sal.....	141
Figura 65 -	Diagramas esquemáticos mostrando o efeito de geração de estruturas a partir da instalação de regime transpressivo e transtensivo em sistemas transcorrentes.....	145
Figura 66 -	Modelo digital de elevação da região marginal estudada.....	148
Figura 67 -	Modelo evolutivo estrutural das bacias sedimentares estudadas.....	153
Figura 68 -	Resumo das informações reunidas pela pesquisa sobre o arcabouço estrutural da área estudada.....	154
Figura 69 -	Carta do modelo petrolífero proposta para a região offshore da Bacia Pernambuco.....	156

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Lista de conjuntos de dados geofísicos.....	28
Tabela 2 -	Lista de linhas sísmicas, por conjunto (série).....	38
Tabela 3 -	Lista de linha sísmicas reprocessadas.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>ANP</i>	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
<i>BDEP</i>	Banco de Dados de Exploração e Produção
<i>BPB</i>	Bacia Paraíba
<i>BPE</i>	Bacia Pernambuco
<i>BPN</i>	Bacia da Plataforma de Natal
<i>EGM</i>	<i>World Gravity Model</i>
<i>GEBCO</i>	<i>General Bathymetric Chart of the Oceans</i>
<i>IHO</i>	<i>International Hydrographic Organization</i>
<i>NGA</i>	<i>National Geospatial Intelligence Agency</i>
<i>PB</i>	Província Borborema
<i>SMI</i>	Suíte Magmática Ipojuca
<i>SRTM</i>	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
<i>USGS</i>	<i>U.S. Geological Survey</i>
<i>WDMAM</i>	<i>World Digital Magnetic Anomaly Map</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E ASPECTOS GERAIS	16
1.2	JUSTIFICATIVA	20
1.3	OBJETIVOS GERAIS	24
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
1.5	MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
1.5.1	Base Cartográfica Geológica	25
1.5.2	Métodos Potenciais	26
1.5.2.1	<i>Gravimetria e Modelo Digital de Elevação</i>	27
1.5.2.2	<i>Dados de Magnetometria</i>	31
1.5.2.3	<i>Processamento dos Dados Geofísicos</i>	35
1.5.3	Volumes de dados Sísmicos 2D	36
1.5.3.1	<i>Pós-Processamento de seções sísmicas selecionadas</i>	42
1.5.4	Estudo Estatístico de Reativação dos Planos de Falha	43
1.5.5	Reconhecimento de Estruturas Transcorrentes a partir dos Dados Sísmicos	47
2	GEOLOGIA REGIONAL	49
2.1	PROVÍNCIA BORBOREMA	49
2.2	ORIGEM DAS BACIAS MARGINAIS DO ATLÂNTICO SUL.....	53
2.2.1	Litoestratigrafia da Bacia Pernambuco	58
2.2.2	Litoestratigrafia da Bacia Paraíba e da Plataforma de Natal	63
3	RESULTADOS	67
3.1	INTERPRETAÇÃO DE LINEAMENTOS TOPOGRÁFICOS	67
3.2	MÉTODOS POTENCIAIS	70
3.2.1	Dados Gravimétricos	70
3.2.2	Dados Magnetométricos	74
3.3	INTERPRETAÇÃO DOS DADOS SÍSMICOS 2D	77
3.3.1	Principais Tectonossequências	77
3.3.2	Tectono-Estratigrafia da Bacia Pernambuco	84
3.3.2.1	<i>Fase Rifte</i>	84
3.3.2.2	<i>Tectônica de Sal</i>	94
3.3.2.3	<i>Eventos de Reativação Pós-Rifte</i>	101

3.3.3	Interpretação de dados sísmicos da Bacia Paraíba e da Plataforma de Natal	105
3.3.4	Análise da distribuição e estilo dos rejeitos de falha	113
3.3.5	Interpretação de dados sísmicos na região de crosta oceânica adjacente a região de estudo	122
3.3.6	Distribuição das componentes verticais de rejeito na crosta oceânica adjacente a área de estudo	129
4	DISCUSSÕES	133
4.1	TECTÔNICA RIFTE	133
4.2	OS EVAPORITOS DA BACIA PERNAMBUCO	136
4.3	DEFORMAÇÃO PÓS-RIFTE DAS BACIAS MARGINAIS DO NORDESTE DO BRASIL E NA CROSTA OCEÂNICA ADJACENTE	141
4.4	IMPLICAÇÕES DO REGIME DE REATIVAÇÃO NO SISTEMA PETROLÍFERO	154
5	CONCLUSÕES	156
	REFERÊNCIAS	156
	ANEXO A – VALORES DE REJEITO (MS TWT) OBTIDOS AO LONGO DOS PLANOS DE FALHA RIFTE QUE OCORREM NA ÁREA DE ESTUDO	181
	ANEXO B – VALORES DE REJEITO MEDIDO (MS TWT) AO LONGO DOS PLANOS DE FALHA QUE AFETAM O REFLETOR DO TOPO DO CRETÁCEO	187
	ANEXO C – VALORES DE REJEITO MEDIDO (MS TWT) AO LONGO DOS PLANOS DE FALHA QUE AFETAM O REFLETOR DO TOPO DO MIOCENO	199
	ANEXO D – VALORES DE REJEITO DE PLANOS DE FALHA QUE CORTAM O REFLETOR DO CRETÁCEO. OS DADOS DE REJEITO FORAM OBTIDOS A PARTIR DAS LINHAS SÍSMICAS LEPLAC LEVANTADAS SOBRE A REGIÃO DE CROSTA OCEÂNICA	215
	ANEXO E – VALORES DE REJEITO (MS TWT) DE PLANOS DE FALHA QUE CORTAM O REFLETOR DO MIOCENO. OS DADOS DE REJEITO FORAM OBTIDOS A PARTIR DAS LINHAS SÍSMICAS LEPLAC LEVANTADAS SOBRE A REGIÃO DE CROSTA OCEÂNICA	217

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa objetivou o estudo do arcabouço estrutural da região *offshore* das bacias sedimentares de Pernambuco (BPE), Paraíba (BPA) e da Plataforma de Natal (BPN), com foco em efeitos criados por eventos tectônicos posteriores à fase rifte. Estes eventos foram tratados por alguns trabalhos para a região *onshore* e embasamento próximo da Bacia Pernambuco (Correia Filho, 2017; Correia Filho et al., 2019), e para a região *onshore* e embasamento da Bacia da Paraíba (Lima et al., 2016; Bezerra et al., 2020). No entanto, pouco se conhece sobre o comportamento das estruturas geradas por estes eventos na região *offshore* destas bacias que formam a Margem Oriental do Nordeste do Brasil, e também na região de crosta oceânica adjacente. Além disso também foram delineadas as estruturas do embasamento cristalino das bacias sedimentares estudadas em termos de definição da hipótese de reativação destas durante a atuação desta tectônica cenozóica.

A pesquisa foi dividida em cinco capítulos estruturados da seguinte forma:

Capítulo 1 – Corresponde ao texto de introdução. Neste capítulo foram abordados alguns aspectos gerais da pesquisa; 1- definição da área de estudo, 2 – justificativa da pesquisa; 3 – objetivos gerais e específicos e 4 – materiais e métodos.

Capítulo 2 – Neste capítulo foram tratados aspectos geológicos regionais da área de estudo. 1 – Natureza do embasamento cristalino das bacias sedimentares estudadas; 2 – origem do Oceano Atlântico, e conseqüentemente a origem das bacias marginais estudadas; 3 – eventos de reativação tectônica posteriores a fase rifte nas bacias marginais do nordeste brasileiro.

Capítulo 3 – Foram apresentados os resultados obtidos a partir da análise dos dados regionais que foram integrados.

Capítulo 4 – Compreende a integração e discussão dos resultados obtidos no capítulo 3, a partir dos quais foi possível elaborar um modelo geológico-estrutural interpretativo para o evento de reativação posterior a fase rifte nas bacias marginais do nordeste brasileiro.

Capítulo 5 – Este dispõe as principais conclusões obtidas a partir da interpretação dos resultados, juntamente com algumas sugestões para pesquisas futuras que venham a ser realizadas na área de estudo.

1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E ASPECTOS GERAIS

A área de estudo compreende a região de plataforma continental entre o Platô de Pernambuco e o Platô de Touros (Fig. 1), o que totaliza uma extensão de aproximadamente 150.000 Km². Esta região representa o último elo de ligação entre os continentes da América do Sul e da África (Rand & Mabesoone, 1982; Matos, 1999; Buarque et al., 2017; Reston, 2009; Brune et al., 2016), e é dividida em três bacias marginais; 1 – Bacia Pernambuco; 2 – Bacia Paraíba; 3 – Bacia da Plataforma de Natal (Figs. 1 e 2). Estas bacias apresentam particularidades relacionadas ao preenchimento sedimentar e a evolução tectônica desenvolvida durante o processo de abertura do Atlântico Sul central (Matos, 1999; Barbosa & Lima Filho, 2006; Lima Filho & Barbosa, 2010). As bacias estudadas são limitadas por zonas de cisalhamento de escala continental e altos estruturais regionais na porção oriental da plataforma Sul-Americana (Figs. 1 e 2):

1 – Bacia Pernambuco - Limitada a sul pelo Alto de Maragogi-Barreiros (Correia Filho, 2017; Correia Filho et al., 2019), e a norte, pela Zona de Cisalhamento Pernambuco (ZCPE). Essa bacia apresenta uma faixa costeira estreita, que pode variar de 8 a 10 km de largura;

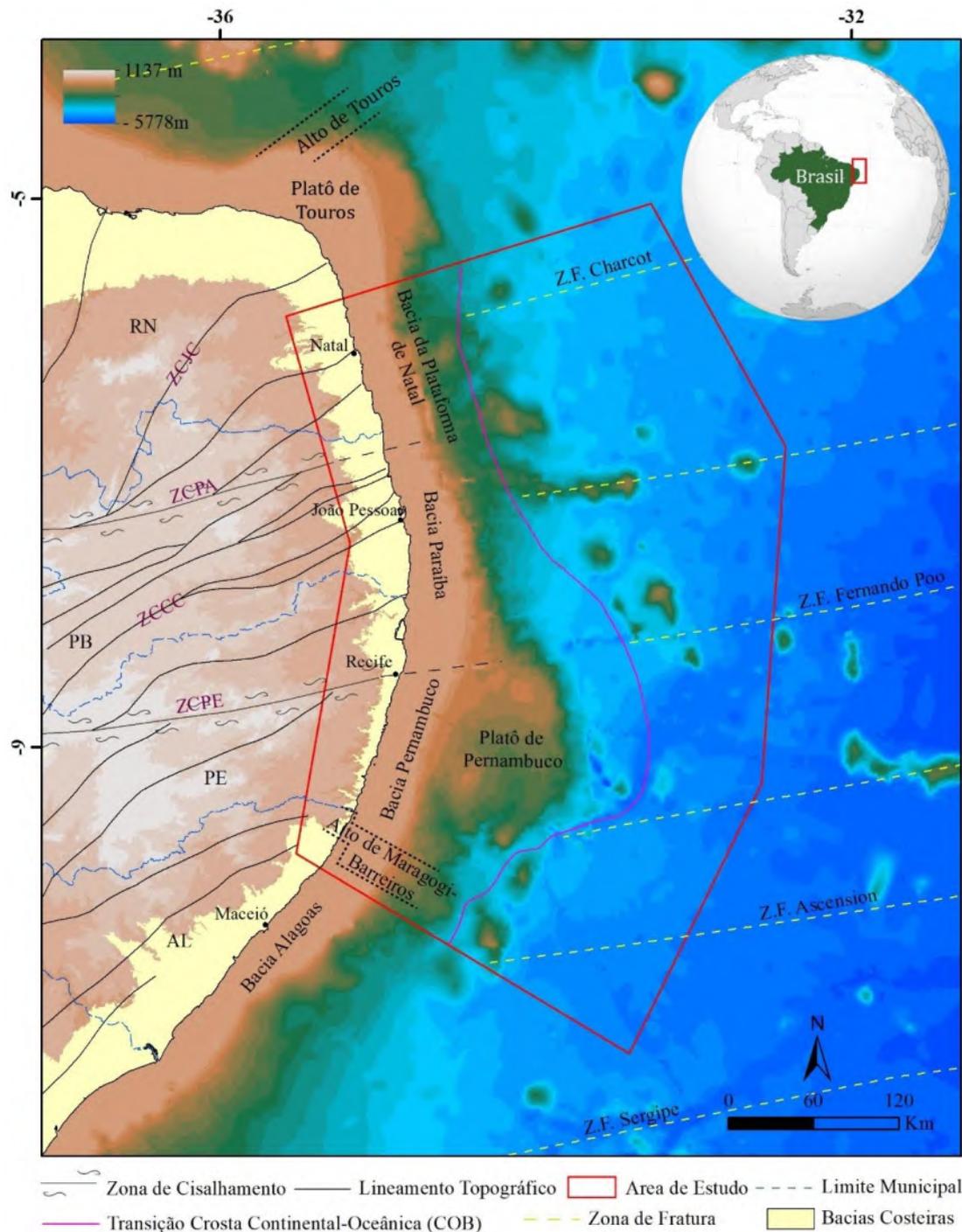
2 – Bacia Paraíba - Separada da Bacia Pernambuco pela ZCPE, a sul, e pela Zona de Cisalhamento Patos (ZCPA), a norte;

3 – Bacia da Plataforma de Natal - Separada da Bacia Paraíba pela ZCPA, a sul, e separada da Bacia Potiguar pelo Alto de Touros, a norte;

Além dos aspectos particulares relacionados aos limites destas bacias sedimentares, é importante ressaltar que durante a evolução do rifte nesta parte da margem o embasamento que constitui a região de plataforma das bacias Paraíba e da Plataforma de Natal permaneceu elevado (Aptiano-Albiano), o que, possivelmente, causou a ausência de depósitos desta idade na região proximal nesse trecho da margem continental (Barbosa & Lima Filho, 2006). O contraste em relação ao processo de estiramento e afinamento crustal de cada setor, também provocou diferenças

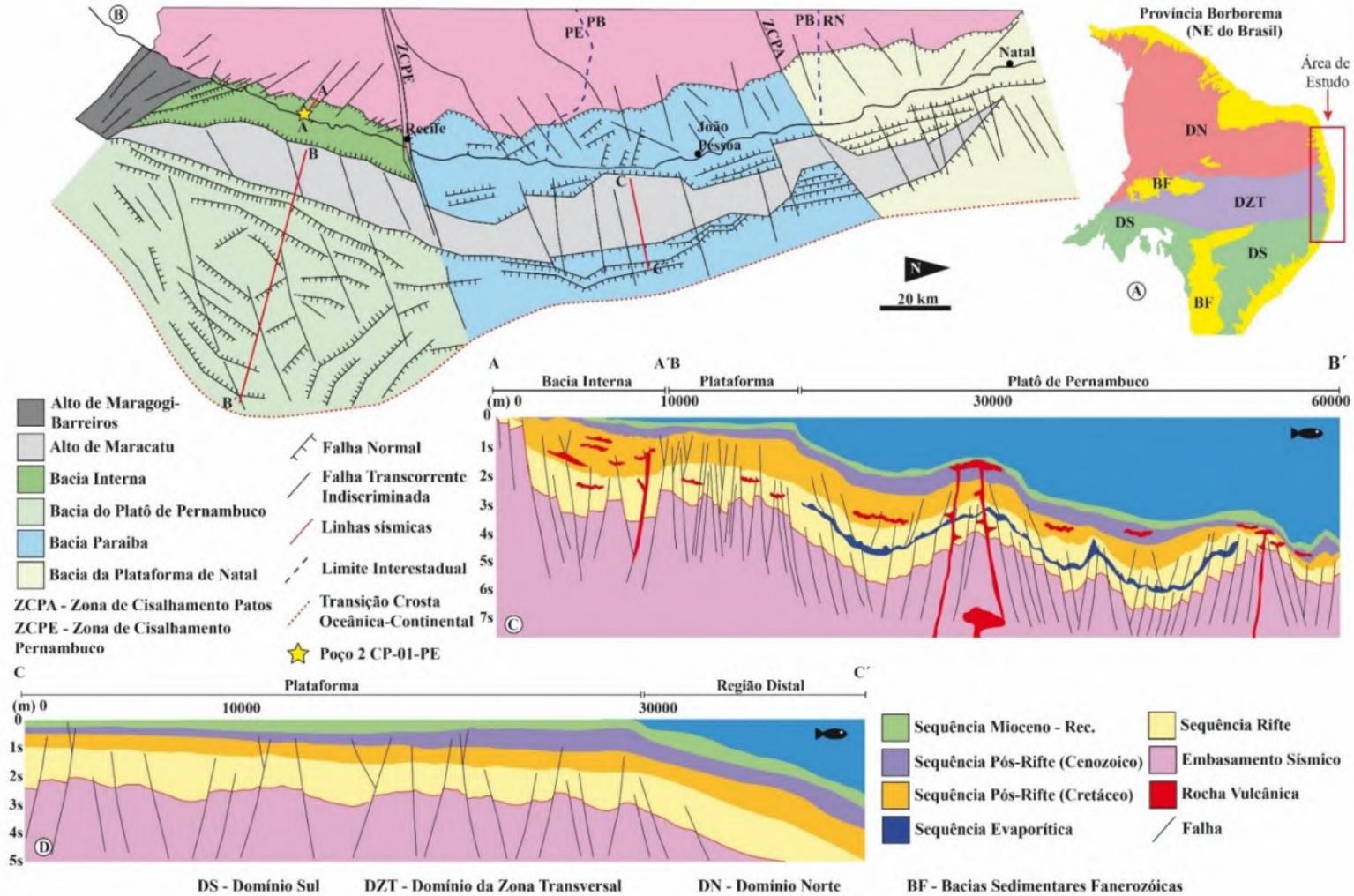
morfológicas significativas entre as três bacias (Fig. 2). A Bacia Pernambuco possui uma estreita faixa costeira localizada sobre uma bacia interna, separada da bacia externa por um alto estrutural, o Alto de Maracatu, que atuou como uma charneira externa (Correia Filho, 2017; Buarque et al., 2017). Além disso, esta bacia apresenta um platô formado sobre crosta continental hiperestendida (Magalhães et al., 2014; Oliveira, 2018; Magalhães, 2019; Oliveira et al., 2021). As bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal apresentam maior similaridade, ambas possuem uma plataforma estreita, com uma coluna sedimentar pouco espessa, e uma quebra abrupta da plataforma. No entanto, na Bacia da Plataforma de Natal, o embasamento é ainda mais raso em relação à Bacia Paraíba (Barbosa & Lima Filho, 2006; Barbosa et al., 2008). A Bacia Pernambuco, apresenta dois depocentros na região de sua faixa costeira, e a modelagem de dados geofísicos, indicou que esses depocentros podem alcançar cerca de 4000 m de profundidade (Oliveira, 2013; Magalhães et al., 2014). Na faixa costeira das bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal, os depocentros principais apresentaram profundidades máximas 400 m, conforme dados geofísicos e dados de poços perfurados na região (Barbosa, 2007; Barbosa & Lima Filho, 2006).

Figura 1 - Mapa topográfico/batimétrico com a localização da área de estudo, que compreende a região entre o Alto de Maragogi-Barreiros, limite sul da Bacia Pernambuco, e o limite sul do Platô de Touros, que corresponde ao limite norte da Bacia da Plataforma de Natal. O posicionamento da COB (*continent-ocean boundary*) foi obtido de Magalhães et al. (2014). ZCJC – Zona de cisalhamento João Câmara; ZCPA – Zona de cisalhamento Patos; ZCCC – Zona de cisalhamento Congo-Cruzeiro do Nordeste; ZCPE – Zona de cisalhamento Pernambuco.



Fonte: O autor (2022).

Figura 2 – Aspectos gerais da área de estudo; A) Localização da área de estudo em relação a Província Borborema, B) Arcabouço estrutural rifte das bacias sedimentares estudadas, C e D) Linhas sísmicas localizadas na região *offshore* das bacias Pernambuco e da Paraíba.



Fonte: O autor (2022).

1.2 JUSTIFICATIVA

A parte da plataforma continental entre o Platô de Pernambuco e o Platô de Touros, representa uma região da margem brasileira pouco conhecida em termos exploratórios. Grande parte do conhecimento sobre esta faixa ainda se baseia em poucos levantamentos geofísicos realizados nas décadas de 1980 e 1990. Este conjunto de dados incluem levantamentos geofísicos, projetos de mapeamento geológicos de superfície e perfuração de poços estratigráficos na faixa costeira. Foram perfurados dois poços estratigráficos na Bacia Pernambuco pela PETROBRAS em 1980, o poço de Piedade (9-JG-01-PE), e o poço do Cupe (2-CP-01-PE). Este último, perfurado próximo à Praia do Cupe, apresenta maior importância pois alcançou uma profundidade de 2953 m e não atingiu o embasamento (Lima Filho, 1998) (Fig. 2).

Devido à falta de um modelo geológico mais detalhado, e a escassez de dados principalmente na parte *offshore*, as bacias de Pernambuco, Paraíba e da Plataforma de Natal não receberam maior atenção por parte da indústria do petróleo por causa do alto risco exploratório. Entretanto, com a iniciativa de fomentar o conhecimento sobre áreas de novas fronteiras, algumas pesquisas voltadas para o potencial petrolífero destas bacias foram financiadas pela ANP, e têm sido também desenvolvidas junto as universidades desde o início dos anos 2000. Estes esforços resultaram em uma melhoria do conhecimento sobre as bacias em questão, e em especial sobre a Bacia de Pernambuco, que apresenta o melhor potencial petrolífero até o presente (Lima Filho, 1998; Barbosa et al., 2008). Os trabalhos realizados até então, indicam que as bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal apresentam baixo potencial petrolífero devido a ausência de grabens profundos a norte da Zona de Cisalhamento Pernambuco (Barbosa, 2007). Através de dados de poços para captação de água subterrânea, Barbosa (2007) mostrou que a profundidade do embasamento é de ~400 m de profundidade na sub-bacia Olinda, na Bacia da Paraíba, tornando-se progressivamente mais raso em direção a a capital do Rio Grande do Norte, Natal.

A partir de 2003 a ANP financiou um projeto de reanálise do potencial petrolífero das bacias sedimentares na região da margem oriental do NE do Brasil, incluindo a reavaliação de dados geológicos e geofísicos existentes (FUNPEC/ANP/UFRN-ANP - 2004), e também um levantamento de *piston core* realizado para estudo de possíveis *seeps* (exsudação natural) na região *offshore* destas bacias (ANP, 2005). Os resultados desses estudos indicaram exsudações de óleo de origem termogênica na Bacia Pernambuco, na parte central e norte do Platô de Pernambuco. Este fato comprovou a existência de ao menos um sistema petrolífero, e

um potencial para a geração e acumulação de hidrocarbonetos (ANP, 2005) (Fig. 3). Alves (2019) utilizou dados de sensoriamento remoto, para o mapeamento de manchas de óleo na superfície do oceano na região do Platô de Pernambuco e na região sul da Bacia da Paraíba. Esse estudo revelou a presença de dezenas de oil *slicks* na região do Platô de Pernambuco, sendo que uma boa parte coincide com a região onde foram detectadas exsudações de fundo marinho pelo levantamento de *piston core*. Mais uma vez, comprovou-se a presença de um sistema petrolífero na bacia (Lima Filho, 1998; Barbosa et al., 2008).

Figura 3 - Mapa de distribuição dos pontos onde foram coletados testemunhos de sedimentos do leito oceânico ao longo das bacias marginais de Pernambuco, da Paraíba, da Plataforma de Natal e do Platô de Touros. Os resultados mostraram que existem exsudações de hidrocarbonetos termogênicos que se concentraram na região do Platô de Pernambuco e na borda do Platô de Touros.



Fonte: ANP (2005)

Em bacias sedimentares de margens rifteadas, portadoras de sistemas petrolíferos ou não, é comum a ocorrência de eventos tectônicos posteriores ao processo de abertura que envolve um rifte ativo. A evolução deste tipo de bacia apresenta três estágios principais de evolução, Rifte, Pós-Rifte e Drifte (Prosser, 1993). Normalmente a fase Rifte envolve maior atividade tectônica e ativação térmica da crosta, a fase Pós-Rifte é caracterizada pela quiescência tectônica e a fase Drifte é a fase de ampla circulação marinha e praticamente sem atividade tectônica, dominada pela subsidência termal (Milani et al., 2000). A partir da análise sistemática, com base em evidências diretas (afloramentos ou poços), ou indiretas (dados sísmicos e métodos de campos potenciais) (Withjack et al., 1998; Grimald & Dorobek, 2011), é possível identificar pulsos tectônicos desenvolvidos no intervalo de tempo posterior ao final do rifte até o presente. Para as bacias da Paraíba, Potiguar e da Plataforma de Natal, existe um bom número de trabalhos que trataram o efeito de deformação produzido por eventos de reativação de idade posterior ao rifte. E da mesma forma, existem estudos que comprovaram esse fato em bacias intracratônicas, cuja última fase rifte ocorreu durante o Cretáceo, no interior do Nordeste do Brasil (Rossetti, 2006a; Maia & Bezerra, 2013; Bezerra, 2014; Marques et al., 2014; Nogueira et al., 2015; Bezerra et al., 2020).

A presente tese de doutorado buscou como hipótese de trabalho uma melhor compreensão das respostas do arcabouço estrutural, aos esforços tectônicos desencadeados após a fase rifte das bacias em questão. Também foi estabelecido como objetivo, avaliar de acordo com os resultados, qual seria o mecanismo geológico causador mais provável para esses eventos.

A partir deste contexto, observa-se que a compreensão dos eventos tectônicos relacionados à evolução de uma bacia sedimentar apresenta crucial importância para a modelagem de possíveis sistemas petrolíferos, que permitem tratar de forma mais adequada o risco exploratório. Esses eventos tectônicos tardios, certamente apresentaram influência sobre as estruturas destas bacias e sobre a sedimentação, e promoveram soerguimento de algumas áreas adjacentes. Estes processos podem ter gerado trapas estruturais e criado rotas de migração de hidrocarbonetos na bacia de Santos (Souza et al., 2007). Cobbold et al. (2001) mostrou que eventos de deformação pós-rifte foram responsáveis por reativar as falhas NW-SE da Bacia de Santos e Campos, o que favoreceu a geração de trapas estruturais nos campos de Albacora, Marlim e Roncador ao longo de zonas transpressivas e transtrativas.

Por outro lado, sabe-se que a ocorrência de eventos de deformação após a fase rifte, pode colocar em risco a integridade das rochas selantes e das trapas estruturais, produzindo rotas de migração de óleo ao longo dos planos de falha e provocar acidentes em campos

produtores de hidrocarboneto (Gartrell et al., 2017). Como exemplo, vários incidentes desta natureza já ocorreram na região noroeste da plataforma Australina devido a reativação tectônica drifte de planos de falha, o que favoreceu a exsudações de óleo no leito oceânico (Whibley and Jacobson, 1990; Shuster et al., 1998; O'Brien et al., 1999; Gartrell et al., 2005).

Em bacias sedimentares mais próximas de regiões orogênicas atuais, o processo de reativação tectônica posteriores ao rifte se torna ainda mais evidente. É possível citar as inversões de bacia que ocorreram no Sistema de Riftes de Salta e na bacia de Tucumán, ambas localizadas na Argentina, e que inclusive foram responsáveis por gerar importantes trapas estruturais relacionadas a dobramentos e falhas contracionais (Grier et al., 1991; Iaffa et al., 2011).

A modelagem efetiva do(s) sistema(s) petrolífero(s) existente(s) nas bacias da área de estudo precisa incorporar os processos de reativações tectônicas posteriores ao rifte, incluindo processos que atuam até o presente (Zalán 1986a, 1986b; Souza et al., 2009; Huang et al., 2014, 2016).

1.3 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar, a partir de dados de sensoriamento remoto, geofísicos potenciais e de sísmica de reflexão que recobrem a região das bacias da margem oriental do NE do Brasil, a ocorrência de evidências de eventos de deformação do arcabouço tectono-estratigráfico, estabelecidos após o final da etapa rifte (Aptiano-Albiano). Caracterizar essas possíveis evidências nos domínios *offshore* destas bacias e na região de crosta oceânica adjacente.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1 - Identificar e classificar as feições de reativação cenozóicas posteriores ao rifte, que afetaram o embasamento e a cobertura sedimentar da região *offshore* das bacias da margem leste da Borborema;

2 - Analisar a relação temporal/estratigráfica entre as etapas de reativação e os estratos da sucessão drifte;

3 - Mapear a distribuição das componentes verticais de rejeito e a sua relação com as zonas de fratura e com as zonas de cisalhamento mais importantes da borda leste da Borborema;

4 - Estudar o efeito diferencial, em termos de magnitude e distribuição espacial, dos processos de reativação em relação às zonas de cisalhamento e falhas do arcabouço estrutural rifte das bacias sedimentares estudadas;

1.5 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a obtenção dos principais resultados do presente trabalho, foram adquiridos e interpretados dados de diversas origens. Nos próximos tópicos, serão abordados o detalhamento e proveniência de cada tipo de dado que foi utilizado ao longo do desenvolvimento desta pesquisa.

1.5.1 Base Cartográfica Geológica

Foi realizada uma compilação da base cartográfica disponível sobre a região *onshore* e o embasamento adjacente das bacias estudadas: mapas geológicos, estruturais, topográficos, arquivos vetoriais fornecidos pelo GEOBANK/CPRM (*shapefile*), e pelo serviço Geológico Norte-Americano (USGS), a partir do portal *EarthExplorer*. Este banco de dados incluiu dados de altimetria a partir de imagens de radar obtidas por plataforma orbital disponibilizados pela missão SRTM da NASA.

Apesar de esforços para uma melhoria do conhecimento geológico-estrutural da área de estudo, várias lacunas sobre a evolução estratigráfica e estrutural ainda persistem, como a idade da abertura das bacias sedimentares inseridas na área de estudo e a evolução dos campos de tensões que atuaram neste trecho da margem desde o Cretáceo até os dias atuais (Polonia, 1997; Lima Filho, 1998; Almeida, 2003; Almeida et al., 2005; Maia, 2012; Bezerra et al., 2014, 2020). Neste sentido, foi realizada uma compilação e uma vasta revisão dos dados geológicos de toda a região *onshore* das bacias estudadas, desde a região da cidade de Maragogi, AL, até a cidade de Natal, RN. Em especial, no limte sul da faixa costeira da BPE foram realizadas cinco etapas de campo, com o objetivo de obter mais informações sobre o campo de tensões que afetou os depósitos sedimentares da Formação Barreiras e dos sedimentos Pós-Barreiras (Correia Filho, 2017). Esses dados permitiram a construção de uma base de dados geológicos da faixa costeira das bacias sedimentares que foi integrada aos demais conjuntos de dados: geofísica potencial e seções sísmicas 2D. Esta integração permitiu realizar uma interpretação integrada dos dados de sísmica de reflexão e de métodos potenciais para as partes *onshore* e *offshore* das bacias estudadas, e em especial para a BPE, cujo volume de dado é mais representativo.

1.5.2 Métodos Potenciais

O conjunto de dados Magnetométricos e Gravimétricos utilizado na pesquisa foi composto por dois grupos de informações: 1) dados geofísicos de escala regional, obtidos a partir de missões de satélites; e, 2) dados de escala local, obtidos em campanhas de aquisição terrestre, a bordo de navios e aerolevantados. Esses levantamentos foram produzidos pela Petrobras, por pesquisadores de universidades e por empresas privadas (Tabela 1). Os dados públicos utilizados nesta tese foram obtidos através do convênio de pesquisa FADE/SINOCHEM/UFPE, "projeto SEASOUND", junto a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) através do Repositório de Dados para Exploração e Produção (BDEP-ANP).

Tabela 1 - Lista de levantamentos geofísicos, obtidos junto ao BDEP-ANP, que foram utilizados por esta pesquisa. Os dados foram separados em escala regional e local. O número total de estações utilizadas para o estudo está designado na coluna direita.

<i>TIPO DO DADO</i>	<i>Quantidade de Estações</i>
GLOBAL/REGIONAL - FREE AIR - WGM	20.155
GLOBAL/REGIONAL - BOUGUER - WGM	20.155
GLOBAL/REGIONAL - ISOSTATIC - WGM	20.155
GLOBAL/REGIONAL - TOPOGRAFIA E BATIMETRIA - ETOPO1	20.155
GLOBAL/REGIONAL - TMI - EMAG2	21.278
LOCAL/GRAVITY - TERRESTRE	9.732
LOCAL/GRAVITY - MARÍTIMO	167.025
LOCAL/MAGNETIC - AÉREO	324.148
LOCAL/MAGNETIC - MARÍTIMO	117.123
Total	719.926

Fonte: O autor (2022).

1.5.2.1 Gravimetria e Modelo Digital de Elevação

Surveys Regionais

Os dados gravimétricos regionais utilizados nesta pesquisa foram obtidos a partir do Modelo Gravitacional Terrestre (EGM, 2008), disponibilizado pela Agência Nacional de Inteligência Geoespacial (NGA) (Pavlis et al., 2008; 2012). O banco de dados EGM (2008) representa um conjunto de dados de todo o planeta, em escala regional, com informações do

campo gravitacional obtidos através de várias fontes (a bordo de navios, terrestre e aerolevados), juntamente com dados de altimetria e gravimetria, obtidos por missões de satélites (TOPEX / POSEIDON, GRACE). Esta compilação permitiu a construção do World Gravity Map (WGM), em colaboração com a Comissão do Mapa Geológico do Mundo (CGMW) e da UNESCO, para fins de educação e pesquisa (Pavlis et al., 2008; 2012). O modelo WGM mostra, com alta resolução, as anomalias de gravidade calculadas através da correlação dos Modelos Digitais de Elevação (ETOPO 1), e do campo terrestre gravitacional (EGM 2008) (Pavlis et al., 2008; 2012). Os mapas de anomalia gravitacional fornecidos pelo projeto WGM incluem: Bouguer e a anomalia de ar-livre, derivado de modelos de gravidade terrestre disponíveis (EGM2008, DTU10). Este também inclui correções de terreno de alta resolução que consideram a contribuição da maioria das massas superficiais (atmosfera, terra, oceanos, mares interiores, lagos, calotas polares e plataformas de gelo) (Heiskanen & Moritz, 1967; Balmino et al., 2012). Este conjunto de dados está disponível em formato de planilhas, *grids* e mapas.

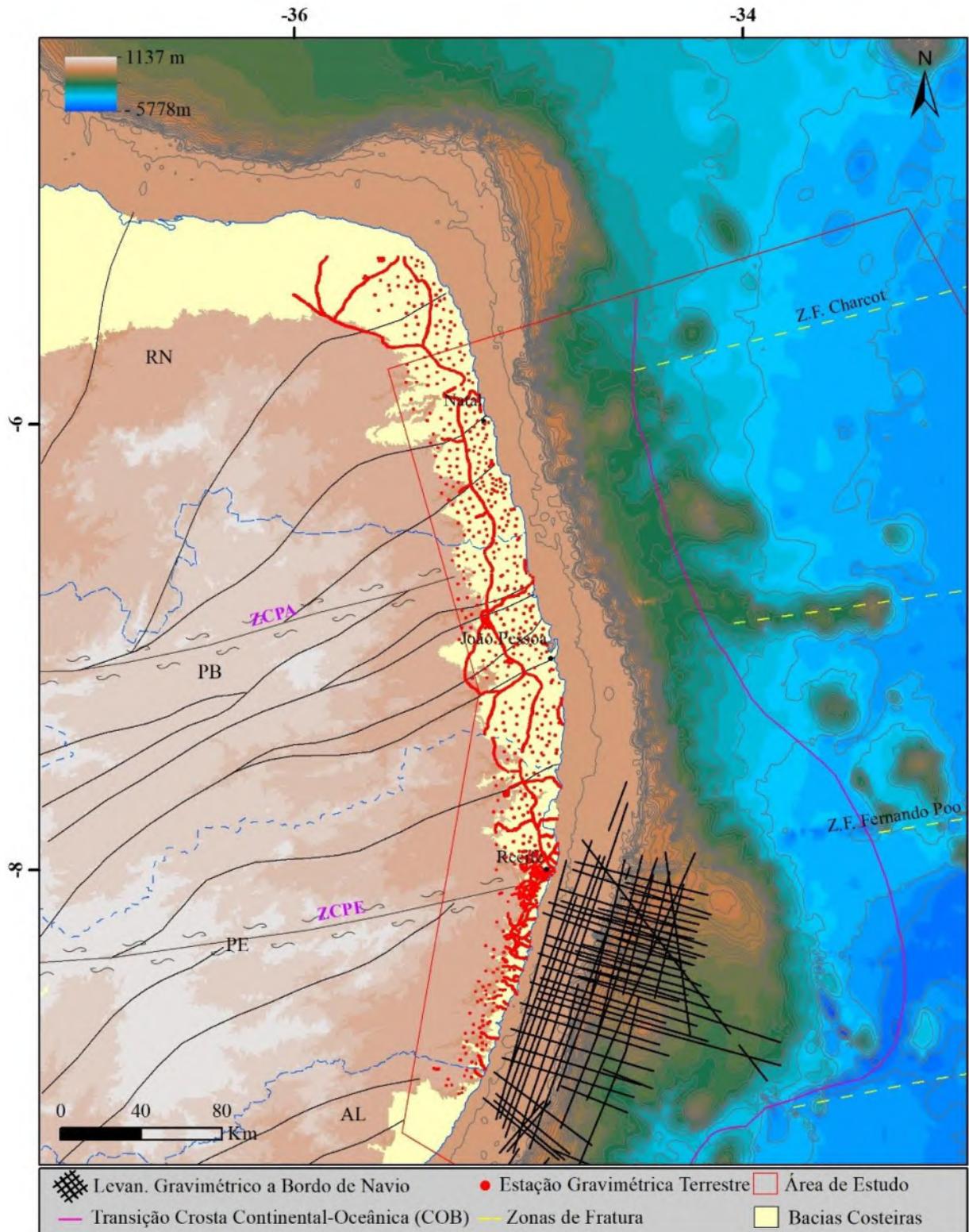
O modelo digital de elevação foi obtido a partir do portal GEBCO (*General Bathymetric Chart of the Oceans*). O GEBCO é apoiado pela IHO (*International Hydrographic Organization*) que é responsável por produzir uma compilação mundial de dados de batimetria e altimetria provenientes de vários tipos de levantamentos. Os dados apresentam uma resolução de amostragem variável, o que dependerá da região de interesse, no entanto, a resolução global média dos *grids* é de 30 metros.

Surveys de escala local

O conjunto de dados gravimétricos usado para criar mapas da área de estudo foi composto por levantamentos terrestres e marítimos (Fig. 4), também obtidos do BDEP-ANP. O conjunto de dados terrestres foi composto por 9.730 estações gravimétricas, que abrangem desde a região norte da Bacia de Alagoas até a região da Plataforma de Natal. Os levantamentos gravimétricos obtidos com o uso de embarcações correspondem a dados obtidos durante a execução de programas de aquisição sísmica 2D multicanal (levantamento Pernambuco-Paraíba p86 e 0261_VB00_2D_BM_SEAL) na região *offshore* das bacias estudadas. O programa Pernambuco-Paraíba p86 foi concluído em 1986 e cobriu uma área de 13.178 km², cuja cobertura é mais representativa para a Bacia de Pernambuco e menor para a Bacia Paraíba (Fig. 4). Este programa é formado por 40 seções sísmicas 2D. O programa sísmico 0261_VB00_2D_BM_SEAL foi concluído em 2000 e cobriu uma área de 48.331

km². Este programa abrange a região *offshore* das bacias de Pernambuco, Paraíba e Alagoas. Devido ao fato do programa original cobrir regiões além da área de estudo, 31 perfis foram selecionados para compor o banco de dados para a área de estudo. A tabela 1 resume a quantidade de estações gravimétricas por tipo de levantamento que foram utilizadas.

Figura 4 – Mapa com a localização dos levantamentos gravimétricos locais das campanhas de aquisição terrestre e a bordo de navios. O posicionamento da COB (*continent-ocean boundary*) foi obtido de Magalhães et al. (2014). ZCPE – Zona de Cisalhamento Pernambuco e ZCPA – Zonade Cisalhamento Patos.



Fonte: O autor (2022).

1.5.2.2 *Dados de Magnetometria*

Surveys de escala Regional

O conjunto de dados magnetométricos foi obtido a partir do Projeto EMAG2, que representa uma evolução dos resultados obtidos com o projeto anterior do WDMAM. O EMAG2 representa um conjunto de dados de todo o planeta compilada a partir de missões de satélites (CHAMP), de medições realizadas a bordo de navios e de dados arolevantados. Os dados utilizados nesta pesquisa apresentam uma resolução de 2 x 2' (arco-minuto) (Maus et al., 2009).

Surveys de escala Local

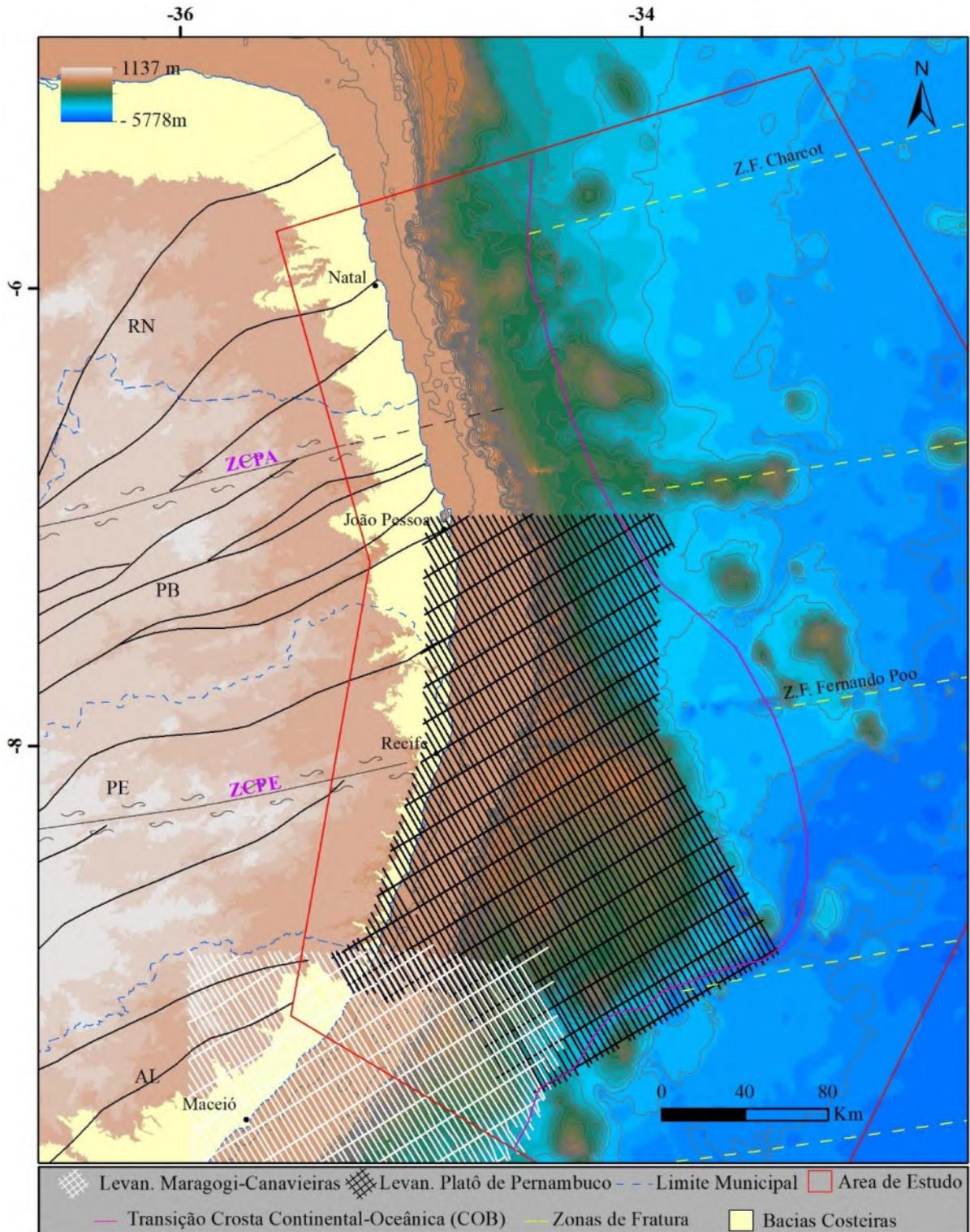
O conjunto de dados magnetométricos usado para criar os mapas da área de estudo foi composto por cinco levantamentos, três aerolevantados e dois obtidos com o apoio de embarcações (*ship board*). Os programas de aerolevantamentos foram: 1 - "Plataforma Continental Nordeste", concluído em 1970; 2 - "Platô de Pernambuco", concluído em 1988; e o projeto "Maragogi-Canavieiras", finalizado em 1986. Os dois programas marítimos foram adquiridos em conjunto com os seguintes programas de aquisição sísmica: "Pernambuco-Paraíba p86" e "0261_VB00_2D_BM_SEAL".

O programa de aquisição de dados de magnetometria aerotransportado "Platô de Pernambuco" foi realizado pela Petrobras e LASA / PROSPEC em 1988, e cobriu a maior parte da zona costeira de margem continental ao longo dos estados de Pernambuco, Paraíba e Alagoas. As linhas de vôo desta pesquisa apresentam a direção N30W e o espaçamento entre linhas é de 3 km. As linhas de controle foram produzidas com direção N60E e espaçamento de 15 km. A altitude dos vôos foi de 500 m, e o espaçamento amostral foi de 100 m (Fig. 5).

O programa "Maragogi-Canavieiras" foi desenvolvido pela Petrobras e pela ENCAL em 1986 e cobriu uma área de 111.500 km². Esse programa recobriu parte da margem continental dos estados da Bahia, Alagoas e Pernambuco. Parte desse levantamento, foi utilizado para a área de estudo. As linhas de vôo apresentam direção N30W e o espaçamento entre linhas é de 3 km. As linhas de controle de vôo apresentam direção N60E, e possuem um espaçamento de 15 km. Os dados foram adquiridos com altitude de vôo de 500 m, e com espaçamento de amostragem de 50 m. Quase não há informações disponíveis sobre o programa mais antigo: "Plataforma Continental Nordeste", produzido pela Petrobras em 1970 (Fig. 5).

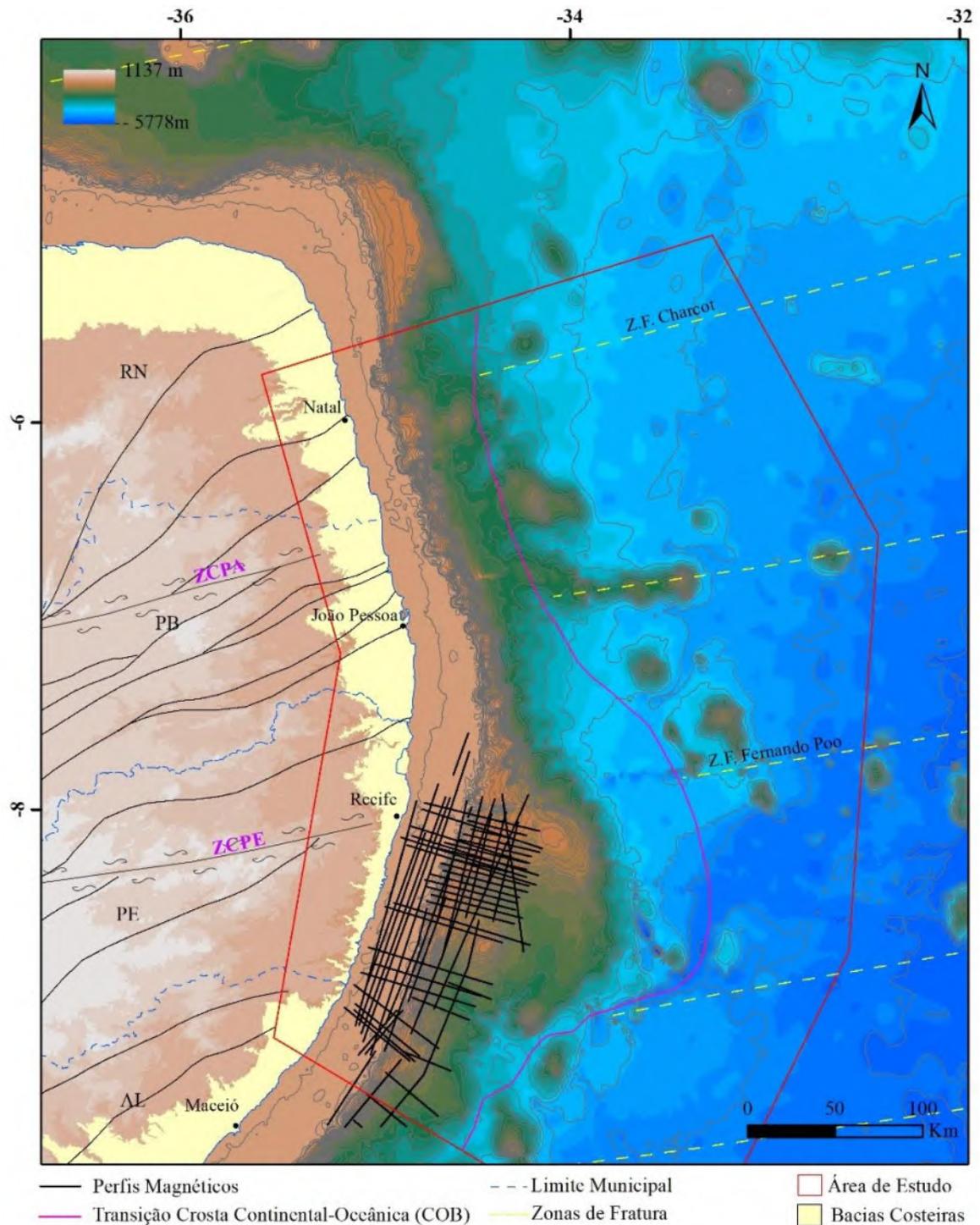
O conjunto de dados magnéticos obtidos por meio de navios foi produzido juntamente com a execução dos programas de aquisição sísmica "Pernambuco-Paraíba p086" e "0261_VB00_2D_BM_SEAL". No programa "Pernambuco-Paraíba p086", os dados magnéticos são divididos em 27 perfis sobre as linhas sísmicas, e no Programa "0261_VB00_2D_BM_SEAL" os dados magnéticos foram obtidos em 31 perfis, sobre as linhas sísmicas (Fig. 6).

Figura 5 – *Surveys* geofísicos de escala local. Mapa de localização dos levantamentos aeromagnéticos na área de estudo. Os dados foram obtidos a partir do Banco de Dados de Produção e Exploração – BDEP da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP.



Fonte: O autor (2022).

Figura 6 – Mapa de localização dos 27 levantamentos de dados magnetométricos realizados a bordo de navios (27 perfis), juntamente com a aquisição dos dados sísmicos 2D no domínio sul da área de estudo. Os dados foram obtidos a partir do Banco de Dados de Produção e Exploração – BDEP da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP.



Fonte: O autor (2022).

1.5.2.2 Processamento dos Dados Geofísicos

Surveys de escala regional

Os dados geofísicos regionais foram processados em duas etapas utilizando as ferramentas incluídas no ambiente do *software* Oasis Montaj; 1 – interpolação dos dados; 2 – aplicação de filtros de frequência.

Todos os dados geofísicos potenciais foram interpolados pelo método de curvatura mínima. Este método foi escolhido devido a melhor relação Processamento/Tempo. Para os mapas gravimétricos Ar-Livre e Bouguer, foram utilizadas células de interpolação de 0,01° x 0,01°. Para os dados magnéticos regionais foram utilizadas células de interpolação de 0,03° x 0,03°. Os mapas topográficos foram gerados com células de interpolação com 0,01° x 0,01°. O mapa regional gravimétrico Bouguer foi tratado com filtros de frequência. Inicialmente, foi aplicada a transformada de Fourier para obter os dados no domínio da frequência. Em seguida, foi aplicado um filtro gaussiano para separar os componentes regionais e residuais presentes nos dados gravimétricos (Fig. 7). O método Gaussiano funciona como um filtro passa banda de frequência, e a partir deste os dados de saída apresentam uma distribuição Gaussiana ou normal, e o ponto de corte selecionado é o desvio padrão da função Gaussiana. A equação 1 mostra o operador matemático para o método gaussiano (Cowan & Cowan, 1993).

$$L(k) = 1 - e^{-k^2/2k_0^2} \quad (\text{Eq. 1})$$

Na Eq. 1, k_0 e k são parâmetros que representam os valores do desvio padrão da função gaussiana, ciclos por unidade de medida. Após a definição destes valores (foi adotado o desvio padrão de 0,002 ciclos / km), a transformada inversa de Fourier foi aplicada para trazer os dados para o domínio espacial novamente. Esses procedimentos permitiram a criação dos mapas de anomalias gravimétricas, regionais e residuais. As anomalias regionais são anomalias de grande comprimento de onda, e representam fontes gravimétricas e magnéticas profundas. As anomalias residuais são anomalias de menor comprimento de onda e representam fontes gravimétricas e magnéticas mais rasas, quando comparadas as anomalias regionais. A separação foi realizada a partir do algoritmo *Matched Filter* presente no Oasis Montaj, o que permitiu de forma interativa criar mapas geofísicos que mostraram o comportamento mais profundo ligado ao embasamento das bacias sedimentares estudadas,

bem como mapas geofísicos com a assinatura geológica mais rasa e que provavelmente corresponde a interfície embasamento/bacia sedimentar (Fig. 7).

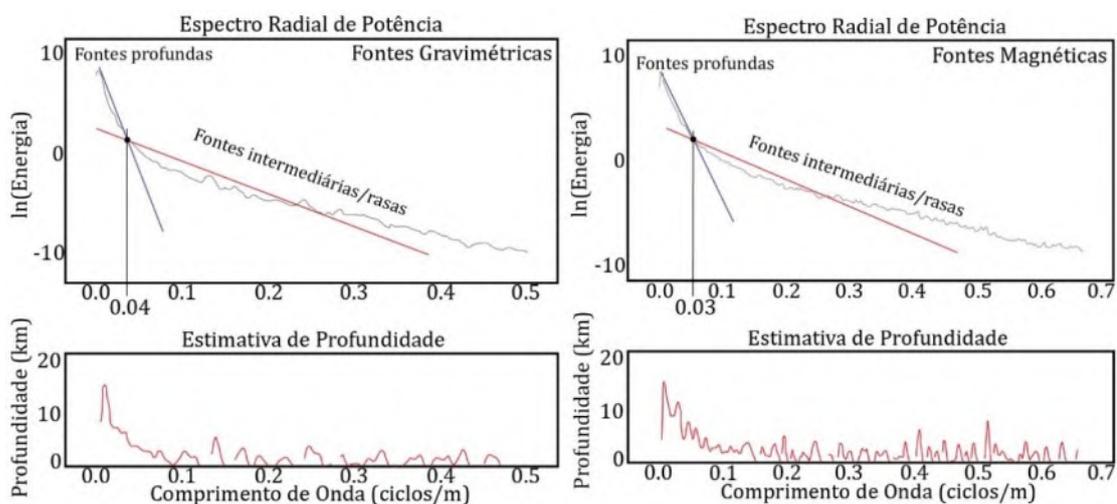
Os mesmos procedimentos de processamento aplicados aos dados gravimétricos foram aplicados aos dados magnetométricos para a criação dos mapas utilizados nesta pesquisa: aplicação da transformada de Fourier, obtenção da distribuição gaussiana dos componentes, aplicação da transformada inversa para obtenção dos sinais residuais no domínio espacial. A informação do mapa de campo magnético total (TMI-REG), foi processada para produzir o mapa de redução ao pólo (RTP-REG) e o mapa da amplitude do sinal analítico (ASA-REG).

A redução ao Pólo foi aplicada nos dados magnéticos com o auxílio do *Oasis Montaj*, e representa uma excelente técnica de simplificação de uma anomalia magnética. Esta técnica transforma uma anomalia magnética dipolar tradicional em monopolar, simulando como ela seria observada se estivesse localizada no polo terrestre, o que simplifica a interpretação dos dados magnéticos (Dannemiller & Li, 2006).

O filtro aplicado para obter o sinal analítico foi definido como a raiz quadrada da soma dos quadrados das derivadas nas direções x, y e z (Eq. 2). A informação resultante do sinal analítico é aplicada para a identificação de bordas e centros das fontes magnéticas (Roest et al., 1992).

$$ASA = \sqrt{(dx^2 + dy^2 + dz^2)} \quad (\text{Eq. 2})$$

Figura 7 – Exemplos da representação gráfica do espectro radial no domínio da frequência extraído dos dados gravimétricos e magnetométricos analisados. As linhas representam o processo de separação entre as fontes regionais e as fontes residuais a partir da técnica de *Matched Filtering*.



Fonte: O autor (2022).

Surveys de escala local

A interpolação dos conjuntos de dados de escala local foi realizada com o uso de dois métodos: 1 - curvatura mínima; 2 - grade bidirecional. O primeiro método foi aplicado para interpolar os dados gravimétricos terrestres e marítimos, bem como os dados magnéticos marítimos do levantamento "Plataforma Continental Nordeste". A técnica de interpolação bidirecional foi aplicada nos levantamentos magnéticos aerolevantados adquiridos pelos Programas "Platô de Pernambuco" e "Maragogi-Canavieiras".

Para o método da curvatura mínima os parâmetros aplicados foram: tamanho da célula de 800m para os programas terrestres, 205m e 120m para os programas gravimétrico e magnetométrico marítimo "Pernambuco-Paraíba p86" e "0261_VB00_2D_BM_SEAL", respectivamente. Foi utilizado o tamanho de célula de 1.800 m para a interpolação do levantamento "Plataforma Continental Nordeste". Os levantamentos aerotransportados "Platô de Pernambuco" e "Maragogi-Canavieiras" foram interpolados pelo método de gridagem bidirecional com uma célula de interpolação de 750 m.

Combinação dos Surveys Geofísicos

O método de sutura foi aplicado para combinar os *grids*. Este método baseia-se na aplicação da Transformada de Fourier para ajustar os valores dos conjuntos de dados combinados ao longo da linha de sutura (Geosoft, 2007). Após o processo de interpolação, os *grids* obtidos foram combinados para criar os *grids* gerais integrados para as anomalias gravimétricas e magnetométricas. Os *grids* de escala local foram suturados com os *grids* de escala regional.

1.5.3 Volumes de dados Sísmicos 2D

O conjunto de dados sísmicos utilizados nesta pesquisa é formado por 130 seções sísmicas 2D multicanal, migradas em tempo (s TWT). Este banco de dados inclui 119 seções sísmicas (Tabela 2), executadas por empresas privadas e pela Petrobras, e 11 seções fornecidas pelo Programa LEPLAC, que foi desenvolvido pela Marinha do Brasil, com o objetivo de explorar a plataforma continental Brasileira. O conjunto de seções sísmicas foi composto por programas de aquisição realizados em diferentes períodos do processo exploratório no Brasil (Fig. 8). Foram selecionadas 125 seções sísmicas, dentre o conjunto total de dados recebidos, incluindo cinco seções de grande extensão e profundidade de

amostragem do programa LEPLAC. Estes dados compuseram o conjunto de seções sísmicas analisadas para o desenvolvimento da presente pesquisa (Fig. 8).

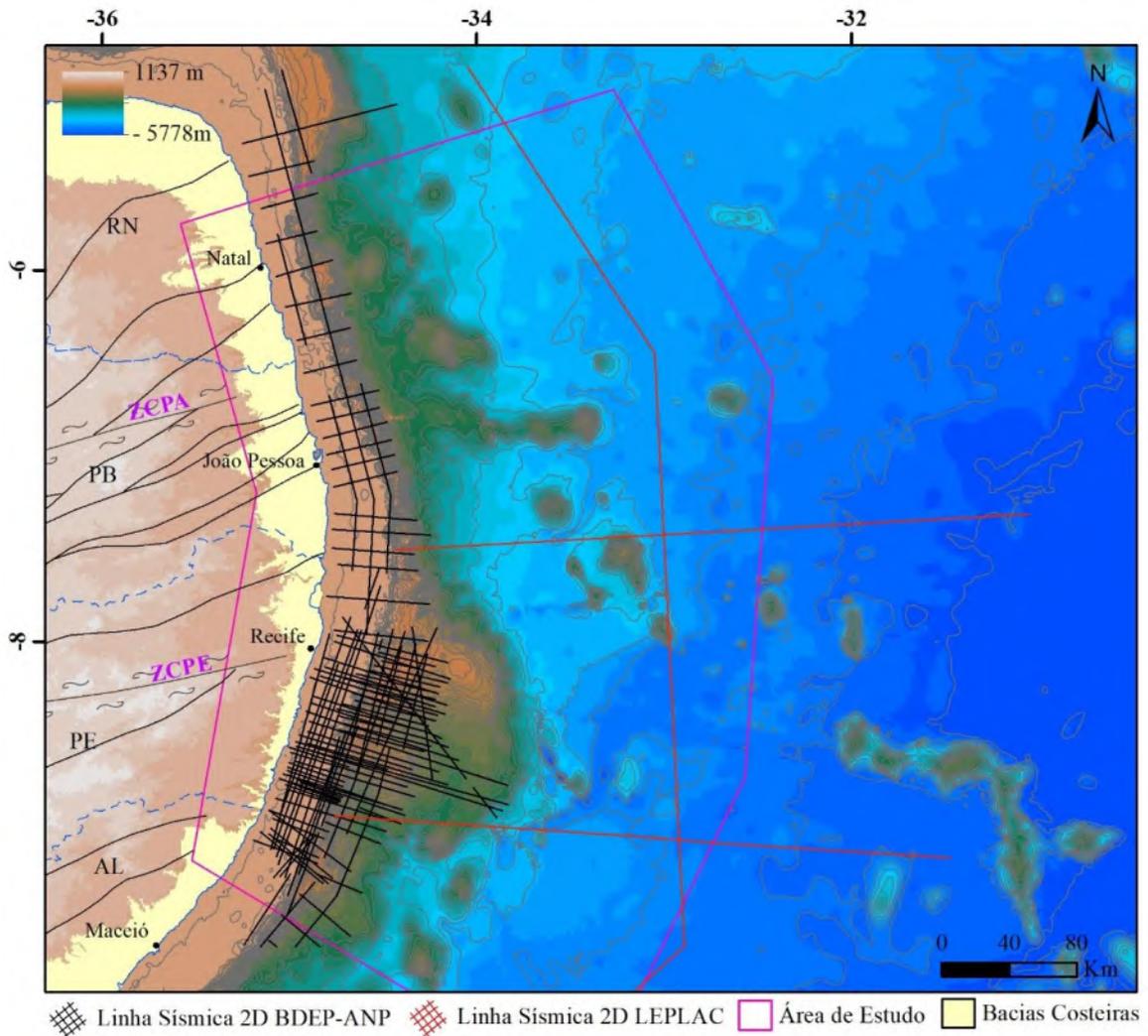
Tabela 2 - Lista de linhas sísmicas, por conjunto (série), fornecidas pelo BDEP-ANP.

Volume de dados Pós-stack migrados em tempo	
serie 0048	19 seções
serie 0067	01 seções
serie 0103	34 seções
serie 0232	05 seções
serie 0250	34 seções
serie 0261 (VB)	26 seções
Programa LEPLAC	11 seções

Fonte: O autor (2022).

O conjunto de seções sísmicas reunido, cobre a região *offshore* das bacias estudadas, desde a divisa entre as bacias de Alagoas e Pernambuco, a maior parte do Platô de Pernambuco e a região da plataforma continental das bacias Paraíba e da Plataforma de Natal (Fig. 8).

Figura 8 – Localização das seções sísmicas 2D utilizadas nesta pesquisa. Os levantamentos cobrem a região da plataforma continental das bacias estudadas e boa parte do Platô de Pernambuco.



Fonte: O autor (2022).

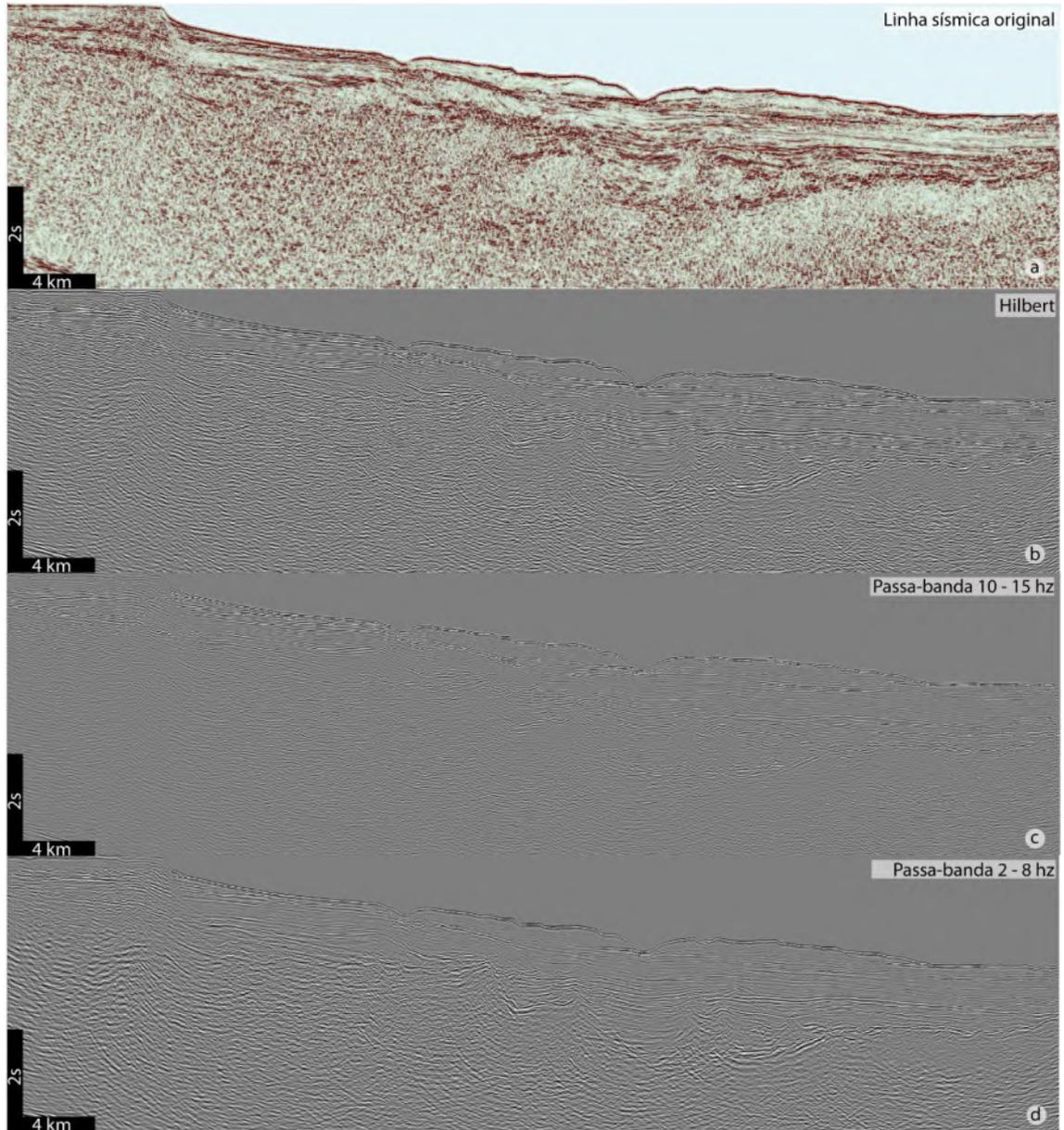
Por representarem dados adquiridos há algumas décadas, os dados sísmicos apresentam baixa qualidade, em relação a dados sísmicos produzidos atualmente. Algumas seções apresentam problemas criados pela aquisição, como múltiplas e ruído de baixa frequência. A falta de poços *offshore* também impede a definição de modelos de velocidade mais eficazes, e desta forma a criação de seções em profundidade representa um desafio. A definição das principais tectonossequências sísmicas, foi obtida pela correlação com os dados da Bacia de Alagoas, adjacente a BPE, uma vez que esta não apresenta poços estratigráficos perfurados em seu domínio *offshore* (Campos Neto et al., 2007). Também foi utilizada uma linha sísmica *onshore* levantada extamente sobre o poço estratigráfico 2 CP-01-PE, localizado na região da praia do Cupe, BPE (Correia Filho, 2017) (Fig. 2).

Os levantamentos mais antigos, representados pela série 0048, apresentam as piores condições em termos de ruído e artefatos causados pela aquisição, e possivelmente pelo processamento. Além disso, alguns levantamentos realizados na região distal apresentam pouco tempo de amostragem e não alcançaram o embasamento acústico. Este fato dificultou os trabalhos de interpretação realizados até o presente para regiões mais profundas dessas bacias: série 0048 (5s - 7s), série 0103 (6s), série 0232 (8s - 9s), série 0250 (8s). Os dados com melhor qualidade e maior tempo de amostragem são representados pela série 0261 (VB), cujas seções possuem profundidade de amostragem de 12 s. As seções do Programa LEPLAC apresentam uma profundidade de amostragem de 10s a 11s. A série 0048, que inclui as únicas seções sísmicas adquiridas na porção norte da Bacia Paraíba e na Plataforma de Natal, foi executada entre o final dos anos 1970 e o início dos anos 1980. A série VB foi adquirida e processada entre 1999 e 2002 (Fonte: BDEP-ANP).

Algumas seções da série 0048 para as quais não há dados migrados no BDEP-ANP foram incluídas nesta pesquisa a partir do escaneamento de seções de grande formato em papel e sua conversão para o formato *seg-Y*. As imagens foram digitalizadas e corrigidas e em seguida foram convertidas para o formato *seg-Y*. Ao todo, 19 seções sísmicas digitalizadas a partir de imagens de grande formato foram incluídas no conjunto de dados estudado.

O trabalho de interpretação foi realizado em dois softwares, incluindo o pós-processamento e modelagem 3D dos dados: Suite IHS *Kingdom*, e Opendtect (DGB). O pós-processamento dos dados migrados, incluiu a aplicação de filtros de frequência e a extração de atributos: transformada de Hilbert, energia, camada delgada, frequência instantânea, atenuação (Q factor). Foram utilizados filtros de frequência em diversos ranges (2 - 60Hz). O principal objetivo foi destacar feições mais expressivas como falhas e refletores de alta relevância como discordâncias e feições vulcânicas (Rohrman, 2007) (Fig. 9). A integração de dados obtidos com diferentes padrões de aquisição, profundidade de aquisição e processamento, realizados ao longo de 5 décadas, representou um enorme desafio para a pesquisa. No entanto, a integração da interpretação sísmica com os dados obtidos pelo processamento dos dados potenciais permitiu correlacionar feições e processos espaciais importantes.

Figura 9 – Exemplo de uma seção sísmica migrada em tempo, linha VB00_150, localizada na região central do Platô de Pernambuco. Seção original e versões produzidas a partir da aplicação de filtros e extração de atributo. a) seção sísmica original, b) aplicação da transformada de Hilbert, c) aplicação de filtro passa-banda (10-15 hz), e, d) aplicação de filtro passa-banda (2 - 8 hz).



Fonte: O autor (2022).

1.5.3.1 Pós-Processamento de seções sísmicas selecionadas

Durante a execução do convênio de pesquisa FADE/SINOCHEM/UFPE foi realizado o trabalho de pós-processamento de 31 seções sísmicas do conjunto de dados disponível (Tabela 3). Essa etapa do projeto foi executada no âmbito do projeto de cooperação em pesquisa e inovação (FADE/UFPE/SINOCHEM), pela empresa brasileira *Invision* com apoio da empresa CGG Brasil, especializada em processamento de dados sísmicos.

Tabela 3 – Lista de linha sísmicas pós-processadas pelo projeto FADE/SINOCHEM/FADE, totalizando 2.018 km de extensão de seções sísmicas 2D.

Line Name	Length (Km)
vb-216	46.300
vb-218	43.906
vb-214	53.059
vb-212	66.290
vb-210	53.029
vb-208	57.874
vb-206	56.660
vb-160	71.330
vb-156	46.663
vb-154	71.119
vb-152	55.254
vb-150	56.620
vb-148	55.000
vb-146	29.877
vb-136	29.877
vb-132	39.649
vb-128	39.183
vb-35	73.513
vb-11	197.936
vb-158	44.190
vb-124-42	38.473
vb-37-41	74.652
vb-003-35	73.289
250-0365	65.049
250-0370	82.567
250-0356	101.235
250-0364	119.915
103-0291	26.462
232-0414	70.074
250-0378	128.789
103-0281	50.951
Total	2.018.785

Fonte: O autor (2022).

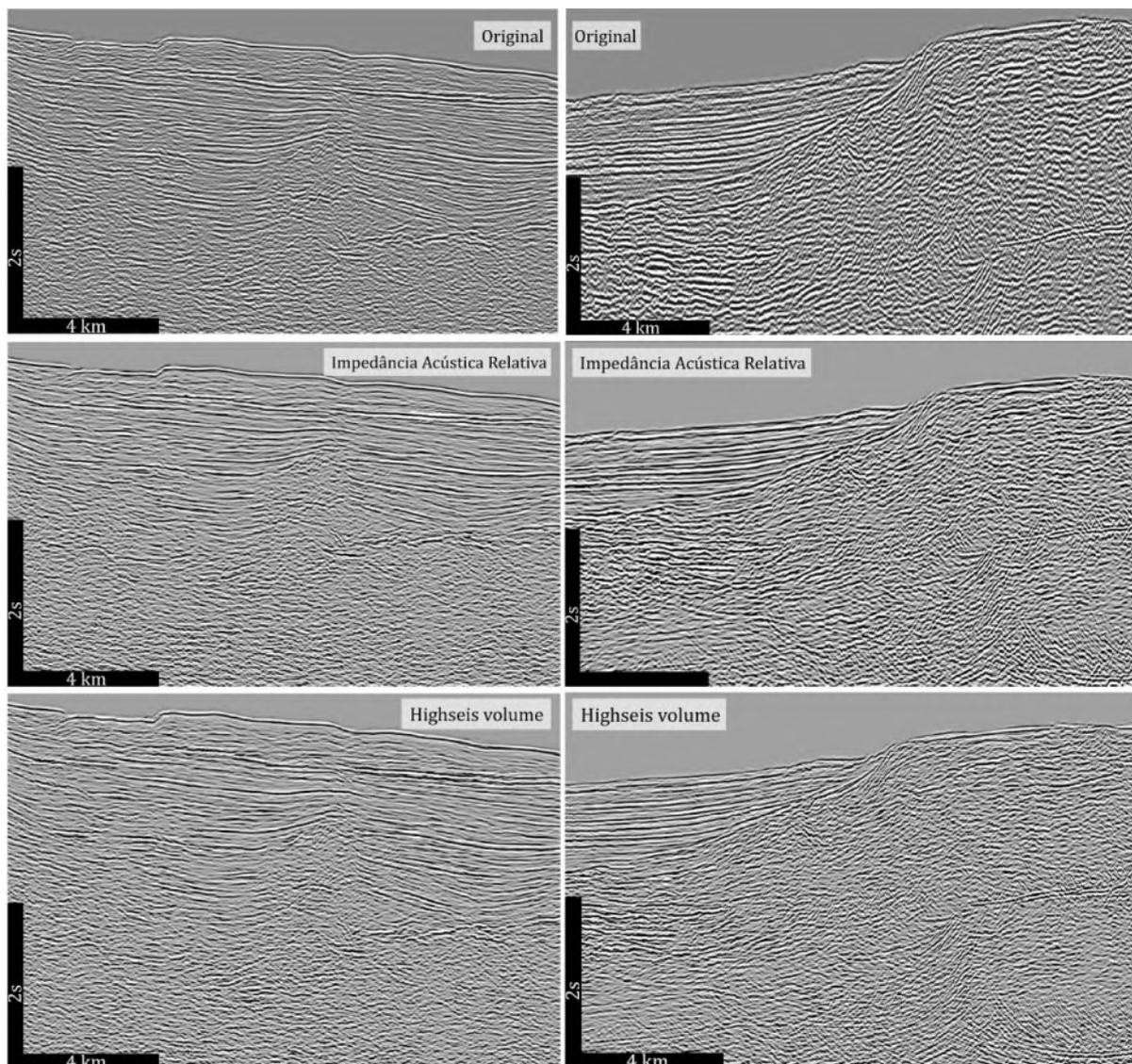
O pós-processamento de seções migradas através de técnicas avançadas de processamento, permitiu um melhor custo benefício em relação a condição de reproprocessamento dos dados brutos. Foram aplicadas técnicas que permitiram melhorar a

qualidade dos dados (redução de ruídos, reforço de amplitudes e remoção de artefatos) de forma seletiva. O tratamento dos dados foi realizado com tecnologia proprietária da empresa *Invision*, conforme literatura disponível (http://www.invisiongeo.com.br/pt_BR/hs-strat.html). O pós-processamento incluiu a aplicação de dois tipos de procedimentos, conforme descrito (Fig. 10):

1º Tratamento 1: Foram aplicados dois filtros chamados CurvFilt e InvQ. O Curvfilt é um filtro para ruído aleatório baseado na transformação Curvlet (Gorszczyk et al., 2014; Franco & Moraes, 2015). O filtro InvQ representa um filtro multiespectral, que utiliza a transformada *wavelet*, para os efeitos de absorção e dispersão, e visa melhorar a parte de alta frequência do sinal sísmico com objetivo de melhorar a resolução. O volume resultante desse fluxo de trabalho foi denominado HighSeis Pós-Stack (relatório FADE/SINOCHEM/UFPE, 2018).

2º Tratamento 2: A inversão da impedância acústica permite converter a resposta sísmica de interfaces em um atributo de camada (Oliveira et al., 2009). Este tratamento promove um realce dos refletores e melhora a determinação da geometria dos corpos. No caso da área estudada, devido à falta de dados de poços, não foi possível derivar valores absolutos de impedância, e neste caso só foi possível estimar valores relativos proporcionais às propriedades físicas das rochas. Para a inversão da impedância acústica foi aplicada a ferramenta WSpoke, desenvolvida pela empresa Invision (Oliveira et al., 2009) (relatório FADE/SINOCHEM/UFPE, 2018).

Figura 10 – Detalhe de duas seções sísmicas (linhas 232_0414, a direita, e 250_0370, a esquerda) localizadas no Platô de Pernambuco que foram pós-processadas no âmbito do projeto FADE/SINOCHEM/UFPE. a) técnica de pós-processamento de realce das amplitudes (WSpoke – Impedância Acústica Relativa) e b) Aplicação do pós-processamento de realce das altas frequências (Highseis Volume).



Fonte: O autor (2022).

1.5.4 Estudo Estatístico de Reativação dos Planos de Falha

A partir da interpretação dos dados sísmicos, e com o objetivo de semi-quantificar e avaliar a distribuição das feições de reativação na sucessão drifte (falhas, padrão de rejeito das falhas, dobras, etc), foram obtidos valores da componente vertical dos rejeitos aparentes relacionados aos planos de falhas nas seções sísmicas em tempo duplo (ms). Esta abordagem

metodológica foi desenvolvida por esta pesquisa e os dados foram reunidos de forma sistemática em uma matriz de fatores da seguinte forma: 1 – nome da linha; 2- ID (número da observação); 3 e 4 – orientação da seção sísmica (quadrante); 5 – Marcador de rejeito 1 (M1) (mS); 6 – marcador de rejeito 2 (M2) (mS); 7 – componente vertical de rejeito (mS); 8 – número de *splays* de falha associado ao plano de falha principal; 9 – idade (presumida) do refletor afetado pelo plano de falha; 10 – O setor da bacia sedimentar no qual está localizado o plano de falha mapeado. É importante ressaltar que a quantidade do rejeito aparente total dos planos de falha foi obtida a partir da diferença entre o marcador de rejeito 1 (M1) e o marcador de rejeito 2 (M2). Isto permitiu definir que quando a diferença entre os valores de rejeitos for positiva, a componente de movimento vertical ao longo do plano de falha é normal, e em caso contrário, quando a diferença é negativa, a componente de movimento vertical é reversa (Fig. 11).

A partir das informações obtidas com base na interpretação dos planos de falha, a distribuição normal dos dados foi testada a partir da aplicação da técnica estatística de Anderson-Darling (Stephens, 1974). Após constatar-se que os dados apresentam uma distribuição normal, foram extraídas as informações de média, moda e mediana, para cada refletor - Linha de Tempo Topo do Rifte, Topo da seção Cretáceo e discordância do Mioceno - a partir dos valores referentes às componentes verticais de rejeito aparente dos planos de falhas que cortam os refletores, também foi possível observar a distribuição das informações sobre frequência e magnitude dos rejeitos das falhas em um gráfico de frequência acumulada.

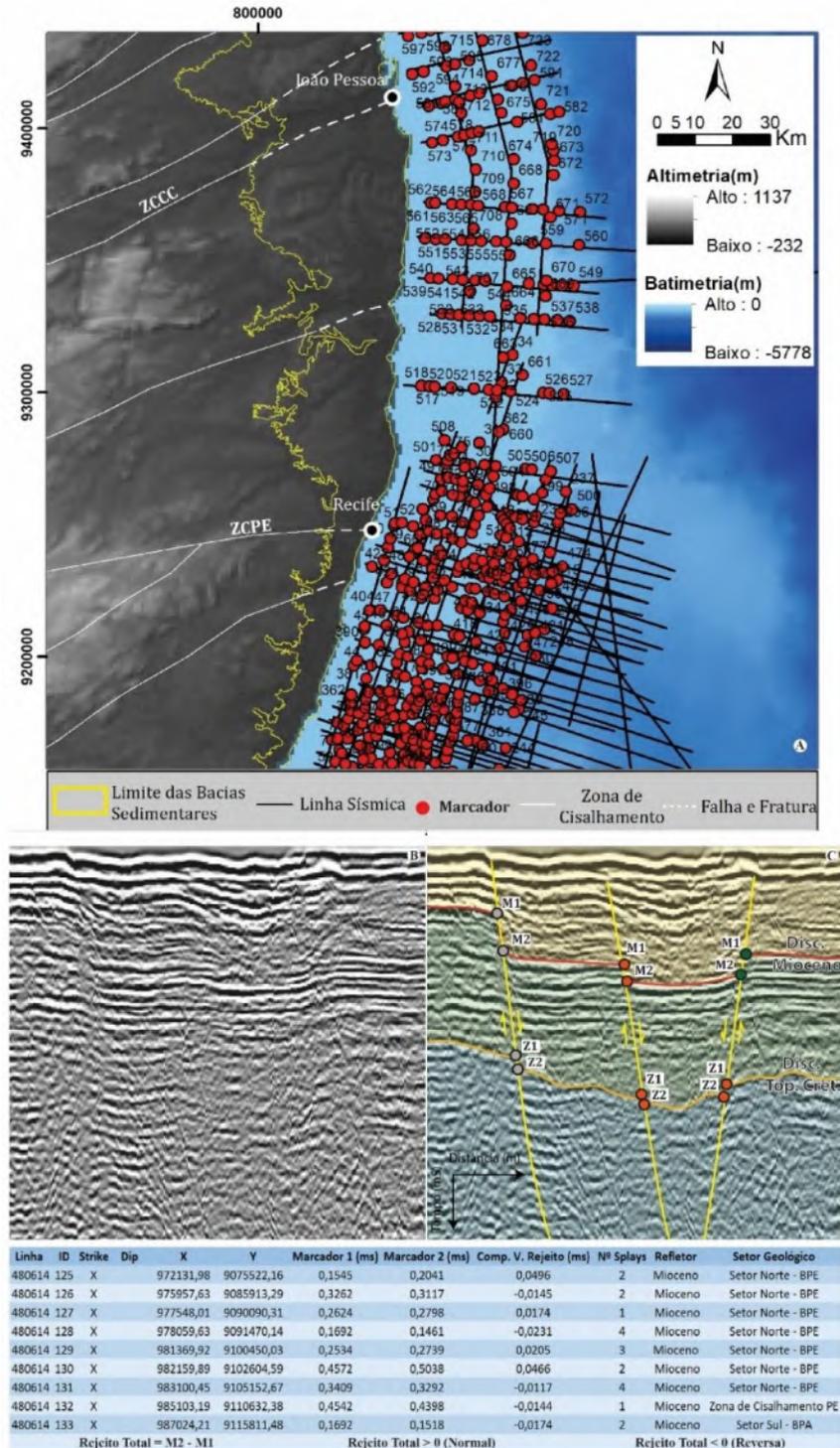
Após a análise da estatística descritiva, os valores foram interpolados com auxílio das ferramentas de interpolação do *software ArcGis*, especificamente a técnica de krigagem, o que permitiu a observação da distribuição espacial dos dados. Este método possui melhor performance em relação a distribuição irregular dos dados, o que permite tratar *grids* compostos com informações diferentes, escalas diferentes e irregularmente distribuídas. Foram elaborados quatro mapas a partir da interpolação dos dados de localização dos pontos observados, idade e magnitude das componentes verticais de rejeitos das falhas reativadas; 1 – mapa da componente vertical de rejeito das falhas do topo da seção rifte; 2 – mapa da componente vertical de rejeito das falhas que se propagaram através do topo da seção do Cretáceo – drifte; 3 – mapa da componente vertical dos rejeitos dos planos de falha que se propagam através da discordância interna do Mioceno; 4 – mapa com todas as componentes de rejeito vertical mapeadas na área do estudo. Esse mapa foi elaborado como o mapa de rejeito acumulado da movimentação das falhas na seção que vai do topo do rifte até a superfície atual do fundo do mar (Fig. 11).

A interpretação tectono-estratigráfica realizada nesta pesquisa identificou corpos de sal localizados na região do Platô de Pernambuco. E por este motivo, a definição do polígono de observação das componentes de rejeitos verticais dos planos de falha, foi feita sem a inclusão dos corpos salinos também estudados nesta pesquisa dentro da sucessão sedimentar da BPE. Na região central e distal do platô a tectonossequência drifte apresenta deformação associada a movimentação de corpos de sal. Esta deformação inclui falhas, dobras e *rollovers*.

A cobertura dos dados sísmicos, nas bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal, ficou limitada a plataforma continental e sua transição para a área de crosta continental estirada devido à limitação da cobertura de dados sísmicos. Na região da Bacia de Pernambuco, apesar da cobertura de dados sísmicos incluírem a região de plataforma e da região distal da bacia, observa-se que a amostragem em profundidade não alcançou o embasamento na maior parte dos levantamentos, e a seção drifte foi afetada pela movimentação do sal. Desta forma, a análise das componentes de rejeitos das falhas formadas na seção drifte devido a reativação de falhas do rifte foi realizada apenas na região da plataforma continental e zona de transição para a região profunda das bacias estudadas. Além disso, para a região de crosta oceânica adjacente a região das bacias marginais estudadas, o mapeamento de falhas e a análise dos padrões de rejeito foram realizados nas poucas seções do Programa LEPLAC que foram adquiridas na região distal da margem continental do NE e região de crosta oceânica adjacente (Fig. 8).

Em especial na região do Platô de Pernambuco, a pesquisa se concentrou na região de plataforma e na borda leste do Alto do Maracatu (Fig. 2), que formam a charneira externa da BPE. Esta abordagem também levou em consideração o fato de que processos de reativação devem ter apresentado efeito significativo na estrutura de charneira externa composta por altos do embasamento que ocorrem paralelos a linha de costa atual, desde o limite sul da Bacia de Pernambuco até o limite norte da Plataforma de Natal (Fig. 11).

Figura 11 – Exemplo da metodologia adotada para o mapeamento e semiquantificação das componentes verticais de rejeitos aparentes das falhas criadas pelo processo de reativação de falhas do rifte nas fases subsequentes pós-rifte e drifte. A) Detalhe de uma parte da área de estudo com a localização de pontos onde foram interpretados estes rejeitos (círculos vermelhos) nas seções sísmicas (linhas pretas). B) Detalhe de uma seção sísmica com a interpretação de falhas que afetaram a seção cenozoica. C) M1/Z1 e M2/Z2 representam os pontos referentes ao rejeito das falhas, quantificados em milisegundos (ms). Abaixo, detalhe da matriz de dados extraídos a partir da interpretação das seções sísmicas.



Fonte: O autor (2022).

1.5.5 Reconhecimento de Estruturas Transcorrentes Através dos Dados Sísmicos

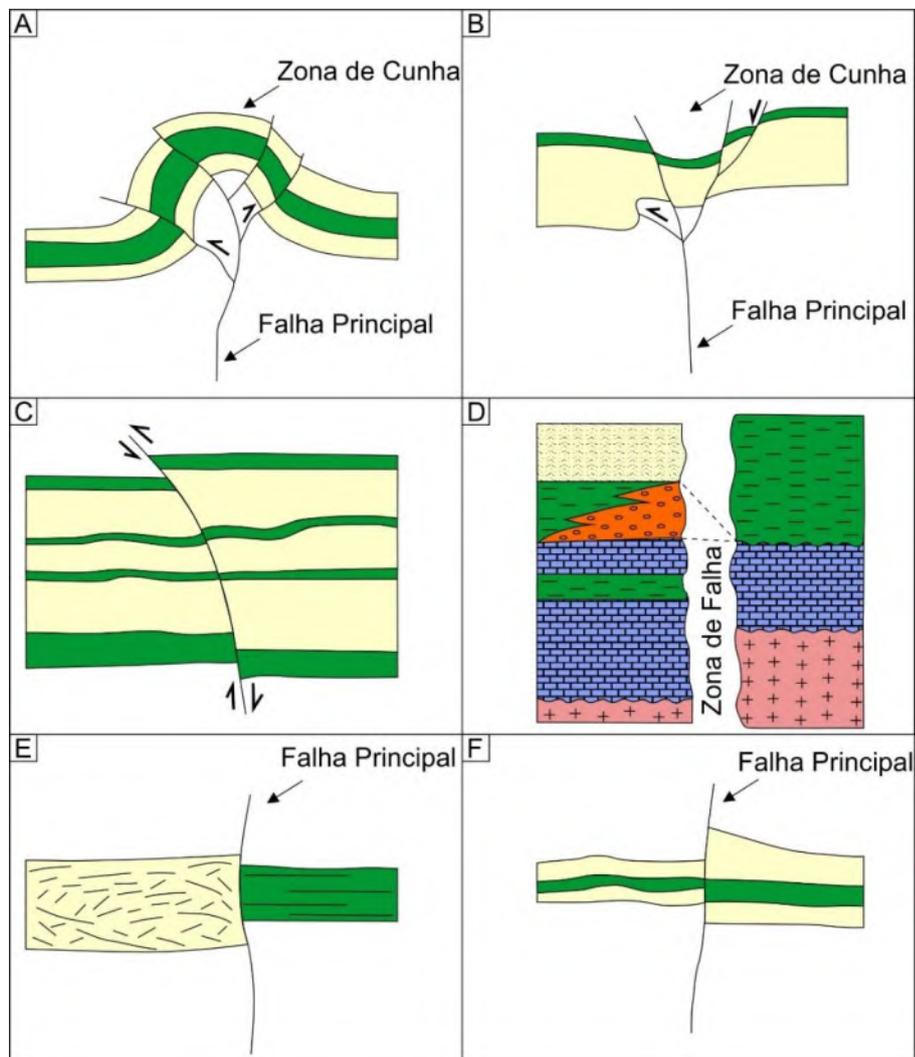
Os critérios de reconhecimento de falhas transcorrentes em dados de afloramento, muitas vezes não podem ser aplicados ao estudo de falhas transcorrentes através do registro sísmico. O único critério diagnóstico da cinemática transcorrente é a presença de estruturas em flor, os outros critérios são utilizados em conjunto para se estabelecer um certo grau de confiança interpretativa (Zalán, 1986; Huang & Liu, 2017).

Em seguida serão apresentados alguns critérios de reconhecimento de falhas transcorrentes através de seções sísmicas (Fig. 12).

- A) Estrutura em flor - são zonas de falha em forma de cunha, que apresentam um espessamento de baixo para cima e são relacionadas a uma falha principal mais profunda, que muitas vezes está ligada ao embasamento cristalino (Kingma, 1958; D'Onfro & Glagola, 1983). A zona em cunha é formada por falhas subsidiárias normais e reversas que convergem em profundidade ao encontro da falha principal. O rejeito predominante das falhas subsidiárias localizadas na região em cunha da estrutura em flor, definirá sua cinemática principal. Quando a transcorrência é combinada à compressão são originadas estruturas em flor positiva, com predomínio do rejeito reverso e formação uma estrutura antiformal, em caso contrário, quando a transcorrência é combinada a extensão são geradas estruturas em flor negativa, com predomínio do rejeito normal e formação de uma estrutura sinformal (Emmons, 1968; Sylvester & Smith, 1976) (Figs. 12A e 12B).
- B) Inversão do rejeito da falha - é comum ao longo de um mesmo plano de falha associado a uma estrutura em flor, a inversão do rejeito com o aumento da profundidade. Um plano de falha pode apresentar um rejeito reverso em sua porção superior, e um rejeito normal na região mais profunda deste mesmo plano de falha (Zalán, 1986) (Fig. 12C).
- C) Correlação Estratigráficas e Estruturais - a movimentação de planos de falha transcorrentes coloca lado a lado diferentes fácies sedimentares, litologias e domínios estruturais, o que produz algumas feições características no registro sísmico, como mudanças abruptas na espessura de uma determinada fácies sísmica, mudanças abruptas de fácies sísmicas através do plano de falha e mudanças abruptas de elementos estruturais, como mergulho dos refletores através do plano de falha (Zalán, 1986) (Figs. 12D, 12E e 12F).

D) Geometria Complexa do Plano de Falha - apesar das falhas transcorrentes apresentarem uma geometria relativamente simples em planta (mapa), normalmente representada por segmentos de reta, em seção vertical, a geometria pode se torna mais complexa (Emmons, 1968). Os planos podem apresentar modificação no sentido de mergulho com a profundidade, e em muitos casos ocorre a diminuição na intensidade do mergulho com a diminuição de profundidade do plano de falha (Fig. 12).

Figura 12 – Feições observadas em planos de falha reativados pela cinemática transcorrente. Detalhe para as situações que podem ser originadas a partir da reativação transcorrente; a) estrutura em flor antiforme; b) estrutura em flor sinforme; c) mudança de rejeito no mesmo plano de falha; d e e) rochas diferentes são colocadas lado a lado e f) mudança abrupta da espessura das camadas. Todas estas feições podem estar associadas a criação de excelentes trapas estruturais e mistas (modificada de Zalán, 1986a, 1986b).



Fonte: Modificado de Zalán (1986a).

2 GEOLOGIA REGIONAL

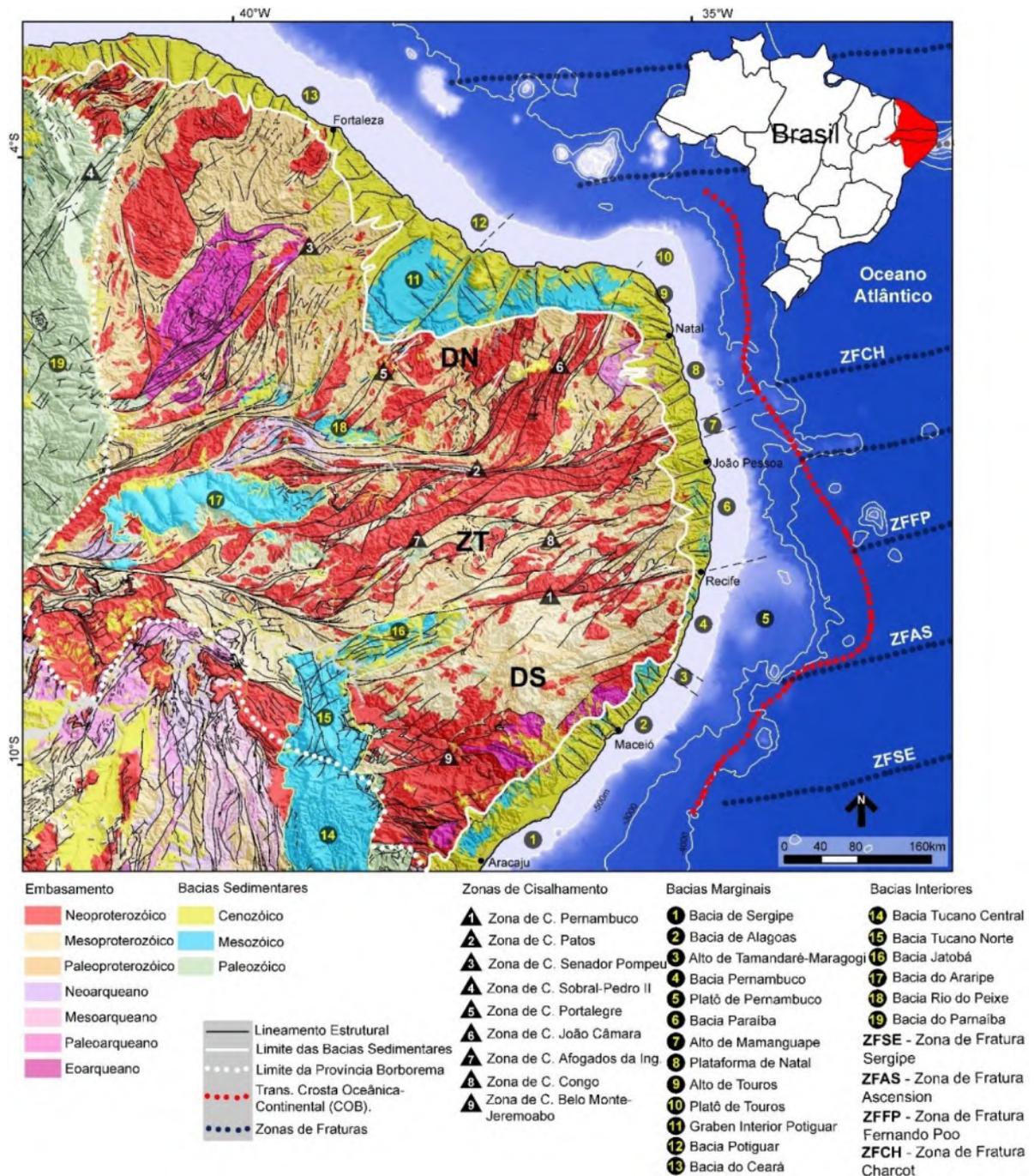
A seguir serão abordados os elementos de geologia regional a partir dos quais a área de estudo está inserida, e que são de extrema importância para a compreensão das grandes estruturas geológicas que cortam a área de estudo e podem exercer um papel importante de controle nos processos de reativação tectônica cenozóica.

2.1 PROVÍNCIA BORBOREMA

A Província Borborema (PB) está situada na porção nordeste da Plataforma Sulamericana (Almeida, 1981; Santos et al., 2010; Araújo et al., 2013), esta é limitada a sul pelo Cráton São Francisco, a oeste pela bacia intracratônica do Parnaíba, a norte pela Bacia Potiguar e pelas bacias da margem equatorial, e a leste é limitada pelas bacias marginais associadas a evolução de abertura do Atlântico Sul, as bacias de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e da Plataforma de Natal (Fig. 13) (Matos, 1999; Neves et al., 2002; Barbosa & Lima Filho, 2006; Barbosa, 2007; Magalhães et al., 2014). A PB é produto de uma complexa evolução estrutural formada a partir de uma aglutinação de massas continentais (Almeida et al., 1981; Santos et al., 2010) (Fig. 2), através de uma série de eventos orogênicos que ocorreram durante o Pré-cambriano (Santos et al., 2010; Neves et al., 2012). A PB é formada por gnaisses e migmatitos Arqueanos e Paleoproterozóico (Sá et al., 2002; Neves et al., 2012; Dantas et al., 2013), e por rochas supracrustais (Neves et al., 2009). No fim do Pré-cambriano e início do Cambriano, a PB foi afetada por intrusões graníticas (Santos & Medeiros, 1999; Leite et al., 2000; Archanjo et al., 2008; Van Schmus et al., 2008; Santos et al., 2010; Neves et al., 2012), e posteriormente, estes gnaisses e migmatitos foram retrabalhados por zonas de cisalhamento transcorrentes E-W e NE-SW, nas fácies anfíbolito e xisto verde (Vauchez et al., 1995; Neves & Mariano, 1999; Neves et al., 2002). Após os eventos que marcaram a sua evolução durante o Pré-Cambriano da PB, iniciou-se o processo de fragmentação do supercontinente Gondwana durante o Paleozoico, que culminou com o magmatismo em algumas bacias marginais do Atlântico Sul e com o *break-up* continental no Cretáceo (Chang et al., 1992; Matos, 1999). Após a fragmentação do Gondwana, e a separação total entre a América do Sul e a África, a PB passou por um processo de forte soerguimento que culminou com a denudação associada as quatro superfícies de aplainamento no interior do NE do Brasil, denominadas da mais nova para a mais antiga de Paraguaçu, Velhas, Sulamericana e Gondwana, respectivamente (Maia & Bezerra, 2011) (Fig. 14). Segundo Oliveira (2008), este

soerguimento foi provocado por um empuxo da base da crosta, devido a um *underplating* magmático instalado na região central da Província Borborema no início do Cenozóico.

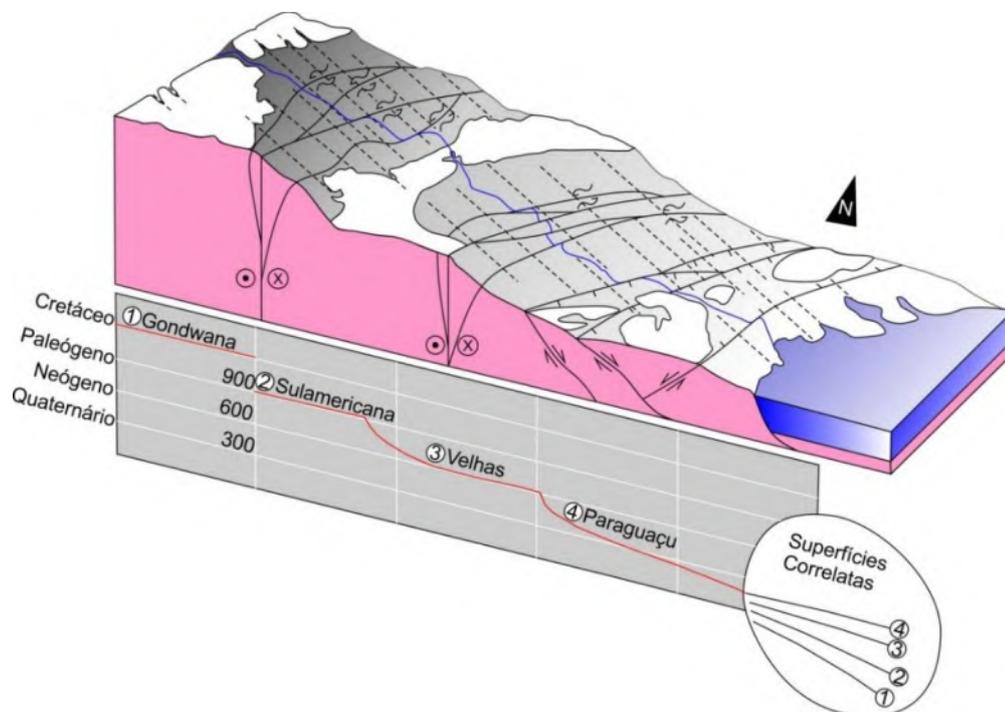
Figura 13 – Mapa de localização da Província Borborema (PB) inserida na região nordeste do Brasil. O mapa é um produto da sobreposição da geologia de superfície (GEOSGB/CPRM), sobreposta ao modelo digital de elevação (SRTM). As informações estruturais e as idades das unidades foram compiladas a partir da literatura (Neves et al., 2009; Medeiros et al., 2011; Araujo et al., 2013; Dantas et al., 2013; relatórios internos não publicados pela CPRM). A PB é subdividida em três domínios principais; domínio Sul, Domínio da Zona Transversal e Domínio Norte. Estes três domínios principais são limitados por duas grandes zonas de cisalhamento; Zona de Cisalhamento Pernambuco (ZCPE) e a Zona de Cisalhamento Patos (ZCPA). Os limites de transição entre a crosta continental e oceânica, bem como as zonas de fraturas foram compiladas de (Müller et al., 2008; Magalhães et al., 2014; Magalhães, 2015; Oliveira, 2018).



Fonte: O autor (2022).

No entanto, vários estudos têm comprovado que o último campo de tensões instalado desde o Mioceno foi responsável por reativar as principais zonas de cisalhamento Pré-Cambrianas da PB. Segundo Bezerra et al. (2014), este último campo de tensões está relacionado a uma reativação transcorrente, que apresenta uma componente compressional E-W, e extensional N-S (Bezerra et al. 2014, 2020). Na Bacia Paraíba, a norte da BPE, Lima et al. (2016) observou a partir de dados de campo, de poços e de dados geofísicos potenciais, que após o *break-up* as estruturas tanto do embasamento adjacente, quanto estruturas associadas a fase rifte da Bacia Paraíba foram reativadas, e possivelmente controlaram a deposição da Formação Barreiras (Oligo-Mioceno). Da mesma forma como observado para a Bacia da Paraíba, Correia Filho et al. (2019), demonstrou que as estruturas dúcteis Pré-Cambrianas no embasamento próximo da BPE, também exerceram um importante controle no processo de abertura e acomodação das estruturas rifte e dos processos de reativação tardios nesta bacia.

Figura 14 – Seção esquemática do arcabouço morfoestrutural da PB com direção E-W, desde a região central do escudo até a margem continental formada pelas bacias marginais. A seção mostra o efeito do soerguimento de sua região central e as superfícies de aplainamento formadas a partir de diversos ciclos de soerguimento e erosão, desde o fim do Cretáceo (Modificado de Maia & Bezerra, 2011).



Fonte: Modificado de Maia & Bezerra (2011)

2.2 ORIGEM DAS BACIAS MARGINAIS DO ATLÂNTICO SUL

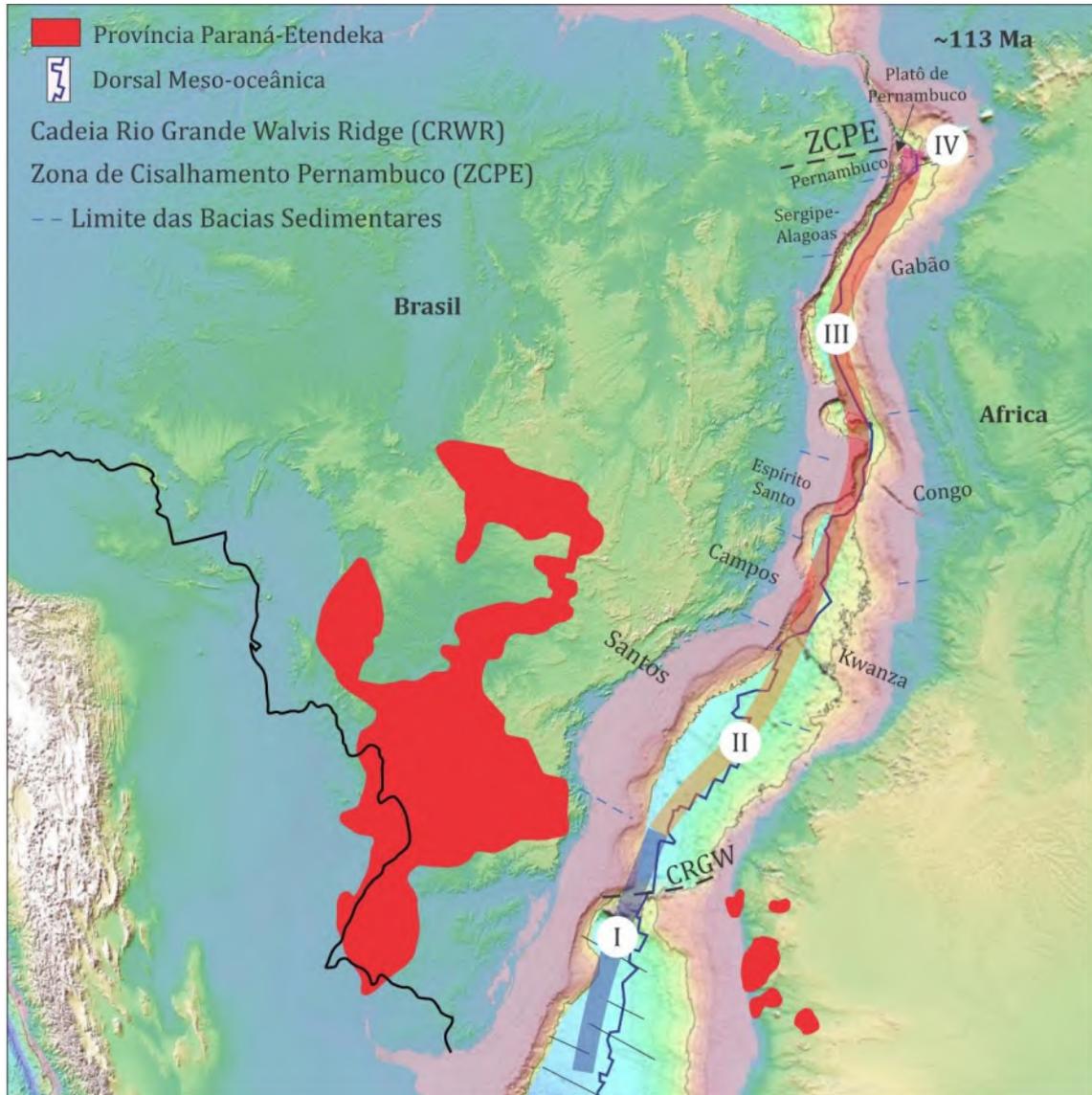
A evolução da margem oriental da PB está intimamente associada à origem do Oceano Atlântico e formação das bacias marginais do nordeste brasileiro. Segundo Cainelli & Mohriak (1998), a origem das bacias marginais do nordeste do Brasil, pode ser explicada em 5 etapas que englobam mecanismos regionais de diferentes fases tectono-estratigráficas; 1ª fase – soerguimento astenosférico com afinamento litosférico regionalmente distribuídos e origem de falhas distensionais e fraturas na crosta superior; 2ª fase – está associada a ascensão de material magmático, com predomínio de extrusões basálticas, e surgimento de falhas que afetam a crosta continental em níveis crustais mais profundos e que podem nuclear meio-grábens; normalmente preenchidos por sedimentos de origem lacustre, que podem estar relacionados aos depósitos Neocomiano-Barremianos, na margem sudeste brasileira, e Aptiano-Albiano na margem nordeste do Brasil (Matos, 1999; Barbosa et al., 2014). Os eventos magmáticos relacionados à abertura do Atlântico apresentam características subaéreas ou subaquosas de espalhamento de assoalho oceânico. 3ª fase – pode ocorrer ou não magmatismo continental associado, rotação dos planos de falha e erosão de blocos da fase rifte, este ajuste do arcabouço interno da bacia recém-formada gerou uma discordância angular, *breakup unconformity*, que separa tipicamente os sedimentos depositados em ambiente continental-lacustres dos sedimentos transicionais-marinhos. 4ª fase – representa o efetivo espalhamento da crosta oceânica e a situação de deriva continental; 5ª fase – se inicia com a instalação de extensas plataformas carbonáticas de idade cenomaniana-turoniana, intercaladas a rochas pelíticas. O aumento do nível relativo do mar durante Cenomaniano-Turoniano que criou na maioria das bacias da margem continental brasileira a condição de “bacia faminta” (Cainelli & Mohriak, 1999).

A origem das bacias sedimentares marginais do Oceano Atlântico Sul está relacionada a fragmentação do supercontinente Gondwana, seguindo o modelo de rifte propagante (Mattos, 1999; Bueno, 2004). Bueno (2004) propôs a existência de três estágios para a propagação do rifte Atlântico Sul, desde a região a sul da Bacia de Pelotas, até a região da Bacia de Sergipe-Alagoas. Barbosa et al. (2014), propôs que a região desde o limite sul da Bacia de Pernambuco até o limite norte da Plataforma de Natal, representaria possivelmente um IV estágio de abertura (Fig. 15).

Durante o final do Jurássico e início do Cretáceo, a Bacia Pernambuco esteve aproximadamente posicionada próximo a localização de uma junção tríplice relacionada a três eixos de extensão rifte que culminou com o *breakup* do supercontinente Gondwana (Heine et

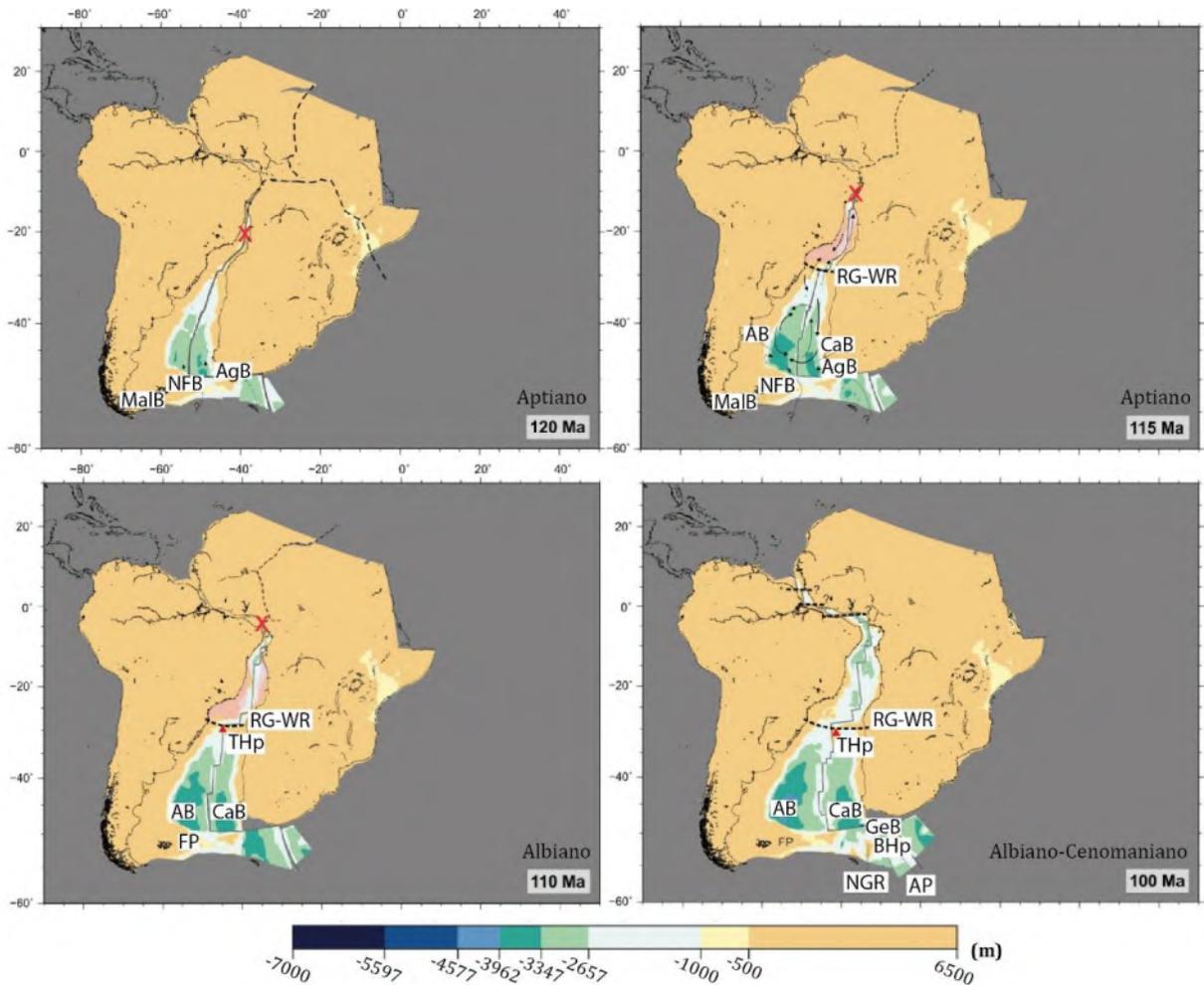
al., 2013; Heine & Brune, 2014). O sistema rifte instalado, foi responsável por proporcionar uma extensão de aproximadamente 15.000 km, resultando na origem das bacias sedimentares da margem equatorial, leste e sul do Atlântico (Heine et al., 2013; Heine & Brune, 2014). Segundo Torsvik et al. (2002) e Heine et al. (2013) para a margem sudeste do Brasil, o *breakup* final ocorreu durante o Aptiano, em aproximadamente 115-112 M.a., o efeito de diacronismo em relação ao segmento rifte do Atlântico localizado no setor norte é pouco conhecido. Os modelos cinemáticos da movimentação das placas tectônicas envolvidas na abertura do Oceano Atlântico podem ser estimados considerando alguns aspectos, idade da crosta oceânica, taxa de espalhamento ao longo do tempo e o polo de rotação das placas (Heine et al., 2013; Heine & Brune, 2014). Estudos baseados na revisão dos polos de rotação das placas sul-americana e africana, sugerem que o *breakup* final possa ter ocorrido no limite entre o Albiano/Cenomaniano (~100M.a.) (Pérez-Díaz & Eagles, 2017) (Fig. 16).

Figura 15 – Reconstrução do rifte Atlântico Sul durante o Aptiano (113 M.a.). Os polígonos nas cores azul, laranja, vermelho representam os três estágios de abertura, conforme o modelo de rifte propagante proposto por Bueno (2004). Barbosa (2014) sugeriu que o quarto estágio, polígono em rosa, seria representado pelo trecho da margem oriental localizado na região NE do Brasil. O modelo de reconstrução foi baseado nos modelos de Pérez-Díaz & Eagles (2017).



Fonte: O autor (2022).

Figura 16 – Reconstrução paleobatimétrica durante o Aptiano-Albiano de abertura do Atlântico. As linhas tracejadas em preto marcam as barreiras topográficas, “X” em vermelho representa a ausência de circulação oceânica efetiva. Malb – bacia das Malvinas, Nfb – bacia da Falkland do Norte, Agb – Banco de Agulhas, Ab – bacia da Argentina, Cab – bacia de Cape, Geb – bacia da Georgia, Bhp – Hotspot Bouvet, Ngr – alto Georgia, AP – Platô Agulhas, RG-WR – Cadeia Rio Grande – Walvis Ridge.

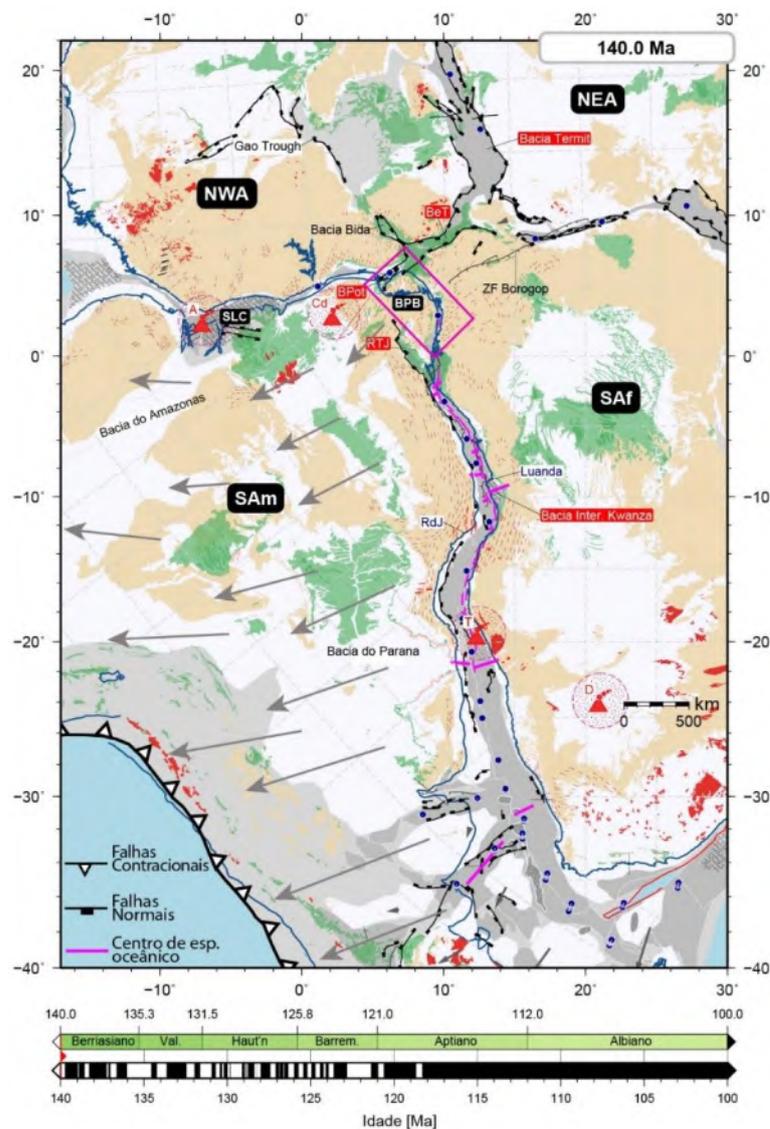


Fonte: Modificada de Pérez-Díaz & Eagles (2017).

A compreensão geral deste tema precisa levar em consideração o fato de que a região da borda leste da Borborema pode ser dividida em dois setores, o primeiro no qual a quebra da margem ocorreu de forma paralela ao eixo do rifte, trecho que compreende as bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal, e o segundo setor no qual a quebra ocorreu de forma oblíqua ao eixo de extensão do rifte, que compreende a Bacia Pernambuco e seu platô (Matos, 1999; Magalhães et al., 2014; Magalhães, 2019; Matos et al., 2019) (Fig. 17). Alguns fatores como velocidade de abertura, contrastes geológicos, obliquidade e anomalias térmicas (Heine

et al., 2013, Brune et al., 2013), influenciaram significativamente nos processos de evolução da margem entre estes dois setores da margem nordeste brasileira.

Figura 17 - Reconstrução do processo de abertura do Atlântico Sul durante o Berriasiano (~140 M.a.), considerando a placa da África fixada em coordenadas atuais. Neste modelo o processo de rotação com velocidade diferencial a partir do ponto de rotação provocou primeiro o *breakup* de abertura da parte mais a sul do rifte do Atlântico Sul, as setas em cinza mostram os vetores de velocidade das placas tectônicas envolvidas. No detalhe da porção leste do atual Nordeste do Brasil (polígono em rosa), notar a distribuição dos vetores de deslocamento em relação a localização geográfica das bacias sedimentares estudadas. SAf – Placa Africana, BPB – Região nordeste da Província Borborema; NEA – Nordeste da Placa Africana; SAm – Placa Sul-Americana; SLC – Craton Sao Luis. BeT – Benue Trough; BPot – Bacia Potiguar; TRJ – bacias do Reconavo, Jatoba e Tucano; RdJ – Rio de Janeiro.



Fonte: Modificada de Heine et al. (2013)

2.2.1 Litoestratigrafia da Bacia Pernambuco

A estratigrafia da Bacia Pernambuco é relativamente conhecida em sua faixa costeira. A região *offshore* desta bacia apresenta a maior lacuna em termos de conhecimento geológico de toda a margem brasileira. De fato, a região *offshore* entre o norte da Bacia de Alagoas e o sul do Platô de Touros, que representa mais de 400 km de extensão de margem continental, não possui nenhum poço estratigráfico perfurado até o presente. Os modelos sobre as características de sub-superfície são baseados nos dados geofísicos disponíveis.

Na região *onshore* da BPE foram definidas sete unidades litoestratigráficas: Formação Cabo, Formação Suape, Suíte Magmática Ipojuca (SMI), Formação Paraíso, Formação Estiva, Formação Barreiras e Sedimentos Pós-Barrerias (Lima Filho, 1998; Maia et al., 2012; Correia Filho, 2017). A Formação Cabo é composta por depósitos siliciclásticos depositados no intervalo Aptiano a partir do desenvolvimento de leques aluviais amalgamados, associados às principais falhas de borda da BPE, durante a fase rifte desta bacia sedimentar (Alheiros & Ferreira, 1989; Lima Filho, 1998; Nóbrega & Lima Filho, 2003). Um aspecto distintivo das associações de fácies dessa unidade é a contribuição de fragmentos de rochas do embasamento adjacente. Na faixa costeira da BPE existe uma grande quantidade de rochas vulcânicas (intrusões e derrames) e depósitos vulcanoclásticos intercalados com as rochas de idade Albiana, relacionadas a SMI. As rochas vulcânicas apresentam características intrusivas em relação rochas aptianas da Formação Cabo, representadas por soleiras e diques, com a idade do pulso magmático principal de 102 M.a. (Nascimento et al. 2003). A origem dessas rochas pode estar associada a ação do *hotspot* Santa Helena que esteve localizado no golfo proto-atlântico entre o NE do Brasil e a região da Guiné por volta de 100 M.a. (Sial, 1976; Long et al., 1986; Sial et al., 1988; Buarque et al., 2016). Segundo Nascimento (2003) a SMI, pode ser dividida em dois grandes grupos em termos geoquímicos: 1 - uma suíte transicional, alcalina, subdividida em basaltos e traqui-andesitos e monzonitos, os quais apresentam textura porfírica, com fenocristais de olivina, clino-piroxênio e plagioclásio, 2 - associação vulcânica-plutônica alcalina, de composição ácida bastante fracionada e formada por quatro sub-grupos, o primeiro, formado por rochas originadas a partir de fluxos piroclásticos (ignimbritos), e o segundo por riolitos de textura fina a média, ambos portadores de fenocristais de quartzo e sanidina. O terceiro sub-grupo é formado pelo Granito do Cabo, e por fim, o quarto grupo é representado por riolitos tardios que cortam rochas basálticas e o próprio Granito do Cabo. Associados aos riolitos tardios existe o registro de poucos eventos vulcânicos explosivos, principalmente na região central da BPE. Estes eventos foram

responsáveis pela formação de rochas vulcanoclásticas e ignimbritos, pouco a bem soldados, e que estão expostos na região de Ipojuca/PE (Nascimento, 2003; Santana, 2016; Do Nascimento, 2018).

A Formação Suape, foi depositada no Eoalbiano, no início da segunda fase rifte, que apresenta efeito de contemporaneidade com a formação de depósitos vulcanoclásticos, e intrusões, da Suíte Magmática Ipojuca. Esta unidade é composta por camadas fluvio-lacustre de areia grossa, níveis conglomeráticos, argilitos e folhelhos, com estratificação cruzada a plano-paralela. Os depósitos desta unidade apresentam alguma contribuição de fragmentos de rochas do embasamento apenas na porção basal, devido ao efeito da segunda fase rifte que se estendeu até o Eoalbiano. Essa formação é separada da Formação Cabo por uma discordância regional observada em afloramentos e em seções sísmicas levantadas na faixa costeira da BPE (Maia et al., 2012; Correia Filho, 2017).

Sobreposta a Formação Suape, a Formação Paraíso representa a sedimentação transicional da sucessão sedimentar da BPE. Esta formação foi depositada no estágio pós-rifte desta bacia e compreende níveis heterolíticos de argila, silte e areia muito fina, fortemente intercalados com folhelhos intensamente bioturbados (Maia et al., 2012; Barbosa et al., 2014). Esta unidade é composta por camadas que apresentam geometria tabular a sigmoidal, estratificação cruzada tabular, plano-paralelas, lineação de partição e estruturas de liquefação associadas a sismicidade. Conforme dados de microfósseis e químicos, Maia et al. (2012) sugeriram que esta unidade teria sido depositada em condições de transição em lagunas costeiras. O início da influência francamente marinha nos depósitos da faixa costeira foi marcado posteriormente pela deposição das rochas calcárias da Formação Estiva (Cenomaniano-Turoniano) (Lima Filho, 1998; Tomé et al., 2006). A Formação Estiva é composta por depósitos carbonáticos que apresentam uma significativa variação de fácies, (Menor & Boujo, 2002; Tomé et al., 2006). Conforme Tomé (2011), a Formação Estiva contém níveis de margas, calcários recristalizados, folhelhos calcíferos e siltitos calcíferos, depositados em sistemas de planície de maré e plataforma rasa.

A Formação Barreiras, encontra-se depositada sobre discordância que marca os demais depósitos da bacia do Neocretáceo. Esta unidade ocorre nos flancos sul e norte da faixa costeira da bacia e em uma parte da porção central. Sobre estes também ocorrem sedimentos friáveis e oxidados relativos a períodos recentes de erosão e retrabalhamento da unidade denominada de Sedimentos Pós-Barreiras. A Formação Barreiras que se encontra na faixa costeira oriental da Borborema foi depositada por sistemas de leques aluviais e sistemas fluviais, que possivelmente gradavam para sistemas deltaicos (Rossetti & Truckenbrodt,

1989; Rossetti et al., 1990; Rossetti, 2000, 2001, 2006a; Netto & Rossetti, 2003; Rossetti & Santos Jr., 2003; Rossetti et al., 2013). A variação faciológica compreende desde conglomerados até argilitos, e sua idade foi estimada como Miocênica-Pleistocênica (Arai et al., 1988, 1994; Arai, 1997; Leite et al., 1997a, b), no entanto, estudos mais recentes, propuseram que sua idade pode ser Oligo-miocênica (Rossetti et al., 2013). Sobre os depósitos da Formação Barreiras ocorrem três conjuntos de depósitos sedimentares distintos criados pela erosão e ressedimentação de material da Formação Barreiras devido às variações eustáticas do Pleistoceno – Holoceno (Rossetti et al., 2013). Estes depósitos atualmente são tratados como Sedimentos Pós-Barreiras, que seria o resultado da formação de coberturas sedimentares após a deposição da Formação Barreiras, envolvendo processos eólicos, gravitacionais e marinhos em reentrâncias costeiras (Sá, 1969; Rossetti, 2004) (Figs. 18 e 20).

Correia Filho (2017) a partir da correlação sísmica-poço, considerando uma linha sísmica *onshore* levantada sobre o poço estratigráfico 2 CP-01-PE, observou que a Formação Cabo está relacionada a tectonossequência 1 dominada por um padrão de sismofácies caracterizada por refletores descontínuos, rotacionados, ou dobrados, com configuração paralela incipiente, com alta amplitude, localmente caóticos (Fig. 18).

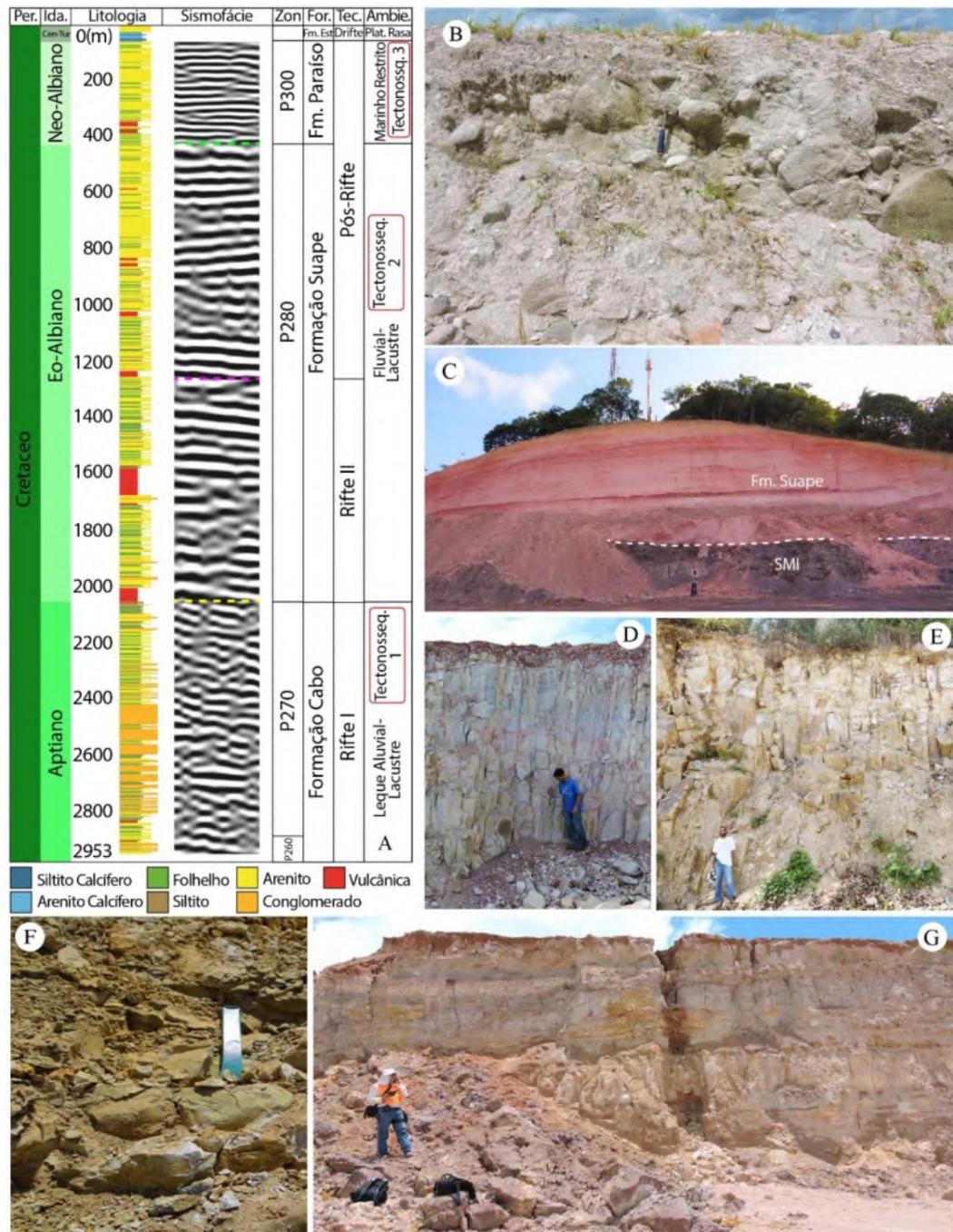
A primeira discordância identificada através do dado sísmico marca o topo da primeira tectonossequência, e coincide com a transição Aptiano/Albiano, devido à passagem das palinozonas P270 para P280 (Fig. 18), conforme foi observado nos registros do poço 2-CP-01-PE. Esta superfície marca o final da deposição da Formação Cabo e início da deposição da Formação Suape que representa o segundo estágio de ativação rifte (Maia, 2012; Barbosa et al., 2014; Correia et al., 2015a). Os refletores associados a esta tectonossequência 2 são representados por refletores contínuos, de média a baixa amplitude e frequência moderada (Fig. 18). A segunda discordância observada nos dados sísmicos *onshore* da BPE por pesquisas anteriores, revelou que ela está posicionada dentro da tectonossequência 2. Esta representaria a discordância que marca o final da fase rifte da BPE (*breakup*) (Maia, 2012; Barbosa et al., 2014). A seção sísmica *onshore* da BPE, também revelou que esta foi afetada por estruturas interpretadas como diques e soleiras de rochas vulcânicas associadas à SMI, são refletores que apresentam o padrão *free* a caótico, tabulares e limitados lateralmente (Correia Filho, 2017).

A terceira discordância marca o final da tectonossequência 2, e início da deposição transicional – marinha que atingiu de forma restrita a região *onshore* da BPE. As Formações Paraíso e Estiva foram agrupadas na tectonossequência 3. Esta tectonossequência é

representada por refletores contínuos, com frequência moderada, configuração paralela a suavemente ondulada, e amplitudes moderadas (Fig. 18).

A interpretação das três linhas sísmicas *onshore* da BPE (Maia et al., 2012; Barbosa et al., 2014; Correia Filho, 2017), foi utilizada parcialmente como base para a interpretação das principais tectonossequências sísmicas mapeadas ao longo da região *offshore* da BPE. Entretanto, algumas feições geológicas foram interpretadas exclusivamente na região *offshore* da BPE, o que sugere que a Bacia do Platô de Pernambuco experimentou processos geológicos distintos em relação à evolução geológica do setor *onshore* da Bacia Interna relacionada à BPE (Buarque et al., 2016; Buarque et al., 2017).

Figura 18 – Principais aspectos geológicos na faixa costeira da BPE; A) Correlação entre uma seção sísmica *onshore* com as suas principais superfícies de discordância e o poço estratigráfico 2CP-01-PE (adaptada de Correia Filho, 2017); B) Ortoconglomerados da Formação Cabo; C) derrames basálticos da Suíte Magmática Ipojuca intercalados com os sedimentos areno-argilosos da Formação Suape, afloramento localizado as margens da PE-28; D) riolito apresentando disjunções colunares, afloramento localizado as margens da PE-60; E) ignimbritos da Suíte Magmática Ipojuca, bancada da mineração Poty localizada no Engenho Saco, Ipojuca/PE F) depósito carbonático da Formação Estiva, localizado próximo a praia de Porto de Galinhas, PE; G) sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras, localizados próximo a cidade de São José da Coroa Grande, PE.



Fonte: O autor (2022).

2.2.2 Litoestratigrafia da Bacia Paraíba e da Plataforma de Natal

Até o presente, não há registro de rochas de idade Aptiana, ou mais antigas, na faixa costeira entre Recife e Natal, que representa a faixa costeira das duas bacias a norte da BPE (Beurlen, 1967a, 1967b; Mabesoone & Alheiros, 1988; Barbosa, 2004; Barbosa et al., 2017). Outro aspecto importante é a profundidade do embasamento nessa faixa costeira. Segundo dados de poços, o embasamento desta faixa apresenta profundidades mais rasas de sul para norte (Barbosa, 2007, Barbosa & Lima Filho, 2006). Os grabens nesse trecho da margem são rasos e apresentam uma profundidade máxima de aproximadamente 400 m na região da Ilha de Itamaracá, a norte de Recife (Barbosa, 2007). O preenchimento sedimentar da faixa costeira da Bacia Paraíba, iniciou-se com a Formação Beberibe, que representa um importante sistema aquífero para Região Metropolitana de Recife, essa formação é composta por arenitos fluvio-lacustres continentais, cuja idade ainda é indefinida, sendo considerada por alguns autores como Coniaciano?-Santoniano (Kegel, 1954; Beurlen, 1967a, 1967b; Mabesoone & Alheiros, 1988; Souza, 1998; Barbosa, 2004; Souza, 2006). Esta unidade é composta por depósitos areno-argilosos e arenitos de granulação média a grossa, localmente conglomeráticos. A Formação Itamaracá, sobreposta aos arenitos da Formação Beberibe, representa o registro transicional com influência marinha. A unidade é composta por arenitos calcíferos, carbonatos com siliciclastos, e no topo da sequência ocorrem depósitos de rochas carbonáticas com elevado teor de fosfato (Barbosa, 2004). A Formação Gramame é composta por carbonatos e margas, de idade Maastrichtiana (Beurlen, 1967a, 1967b; Tinoco, 1971; Muniz, 1993; Lima & Koutsoukos, 2002), depositados sobre os depósitos transicionais da Formação Itamaracá. Esta sucessão é dominada por biomicritos e bioesparitos, depositados em uma plataforma carbonática estreita sobre a atual faixa costeira. A Formação Gramame é principalmente composta por calcários margosos, calcários coquinóides e margas. Acima da Formação Gramame, na porção sul da faixa costeira da bacia, entre as cidades de Recife/PE e de Goiana/PE onde está localizada a Falha de Goiana, ocorrem calcários de coloração cinza a amarelados, e arenitos calcíferos que representam a Formação Maria Farinha, de idade daniana, que repousam sobre os depósitos do Maastrichtiano. O contato entre essas duas unidades é marcado pela Passagem K-Pg que apresenta indícios de queda eustática e erosão (Beurlen, 1967b, Muniz, 1993; Albertão, 1993; Silva et al., 2013; Sial et al., 2013). A partir de dados bioestratigráficos, foi estabelecida idade daniana para a Formação Maria Farinha (Albertão, 1993; Albertão & Martins Jr., 1996; Stinnesbeck & Keller, 1996).

Na região costeira, entre as praias de Jacumã e Tambaba, a sul da cidade de João Pessoa, ocorrem exposições de calcários dolomitizados e bastante litificados, intercalados com camadas de margas, diretamente depositados sobre os calcários plataformais da Formação Gramame. Esta unidade apresenta idade eocênica (Almeida, 2007; Correia Filho et al., 2015b; Veras et al., 2019), e está separada dos depósitos da Formação Gramame, que apresentam nesta região idade Meso-Maastrichtiano, por discordância expressiva que afetou a bacia a partir do final do Cretáceo (Barbosa, 2007).

Sobre as unidades sedimentares que ocorrem na faixa costeira das bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal e seu embasamento adjacente, foi depositada a Formação Barreiras e sedimentos da unidade Pós-Barreiras (Rossetti & Santos Jr., 2003; Rossetti et al., 2013), que abrangem toda a faixa costeira do nordeste do Brasil (Figs. 18 e 19). Estas unidades são compostas por depósitos aluviais, e fluviais, dominados por camadas de areia fina a média, localmente conglomeráticas, e argilas.

A região que compreende a porção extremo norte da área de estudo, entre as cidades de João Pessoa e Natal, corresponde a faixa costeira da Bacia da Plataforma de Natal (Queiroz et al., 1985; Lana & Roesner, 1999; Barbosa et al., 2007) (Figs. 19 e 20). Os escassos dados de poços perfurados nesta faixa revelam que é recoberta por depósitos mistos siliciclásticos e carbonáticos, que compreendem arenitos calcíferos, calcários e margas (Barbosa et al., 2007). Apesar de alguns autores terem proposto que essa faixa poderia estar relacionada aos calcários da Bacia Potiguar, dados bioestratigráficos e sedimentológicos obtidos a partir de testemunhos de poços e de afloramentos (Lana & Roesner, 1999), sugerem que o preenchimento sedimentar desta região apresenta algumas características distintas, e que pode estar ligada a sequência tectonossedimentar pós-turoniano que também deu origem a parte da sucessão sedimentar de idade Campaniano-Maastrichtiano da Bacia Paraíba (Barbosa & Lima Filho, 2006). A faixa costeira da Plataforma de Natal representa o trecho mais estreito das bacias da margem oriental da Província Borborema. Devido à proximidade com o embasamento, a deposição foi influenciada pelo aporte siliciclástico, em uma rampa restrita e rasa de baixo gradiente. A sequência basal apresenta idade turoniana, e é formada por calcários recristalizados com grãos siliciclásticos intercalados a níveis de arenitos calcíferos. Esta sequência é mencionada em alguns trabalhos como uma continuação dos depósitos da Formação Jandaíra, da Bacia Potiguar (Lana & Roesner, 1999). A sequência superior, abrange do Campaniano até o Maastrichtiano, e é formada por margas, calcarenitos e arenitos calcíferos (Barbosa & Lima Filho, 2006). A sequência superior, possivelmente, é relacionada as Formações Itamaracá e Gramame da Bacia Paraíba, contudo o sistema deposicional foi

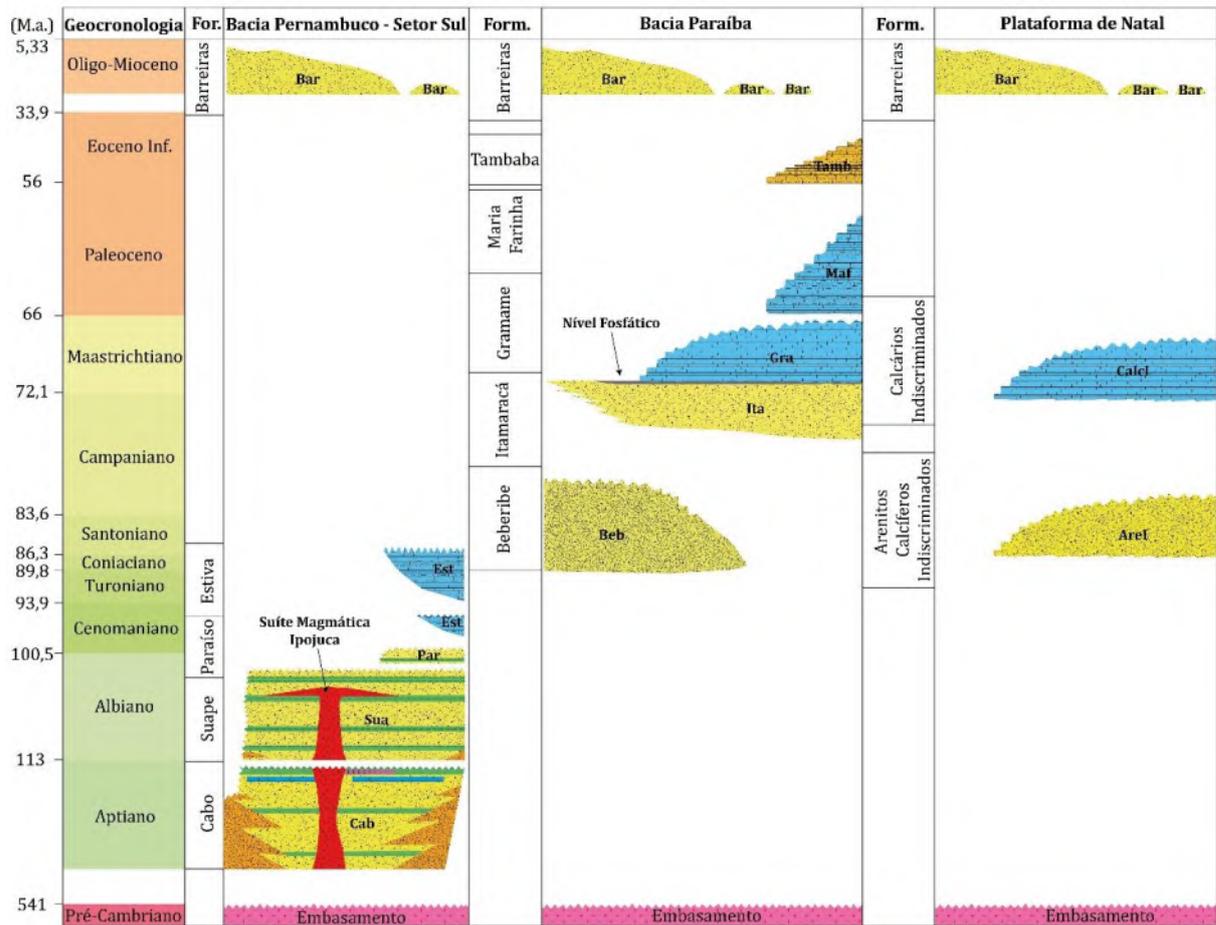
ainda mais raso, o que resultou em uma associação de fácies distinta (Barbosa & Lima Filho, 2006).

Figura 19 – Formações geológicas da faixa costeira da Bacia da Paraíba. A) amostra de arenito calcífero da Formação Itamaracá localizada no município de Caporã, PB; B e C) Camadas de calcários e margas com processo de alteração e carstificação da Formação Gramame, pedraira próxima a cidade de Caaporã, PB; D) afloramento da Formação Barreiras, composto por camadas de arenito e argilito com concreções lateríticas localizado no município de Igarassu, PE; E) Depósitos de calcários recifais da Formação Tambaba, que afloram na região de praia, entre as localidades de Jacumã e Tambaba, no Estado da Paraíba.



Fonte: O autor (2022).

Figura 20 – Colunas estratigráficas para a faixa costeira das bacias Pernambuco, Paraíba e da Plataforma de Natal. As unidades sedimentares, tornam-se mais jovens em direção a Bacia da Plataforma de Natal. Figura adaptada de Correia Filho (2017) e Barbosa (2007).



Fonte: O autor (2022).

3 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os principais resultados obtidos a partir da integração e interpretação dos dados utilizados e detalhados no capítulo de metodologia da presente pesquisa.

3.1 INTERPRETAÇÃO DE LINEAMENTOS TOPOGRÁFICOS

O mapa confeccionado a partir dos dados de imagem de radar (missão SRTM) possibilitou a caracterização geomorfológica da faixa costeira e embasamento adjacente das bacias estudadas. Este produto se baseou na extração dos lineamentos topográficos regionais ressaltados pelo sombreado das imagens SRTM obtidas (Fig. 21). Os lineamentos topográficos, interpretados nos vales da imagem SRTM, representam feições do relevo diretamente relacionadas aos padrões estruturais predominantes na superfície da área de estudo.

De forma geral, a faixa costeira emersa que compreende a área de estudo, está localizada em baixas cotas altimétricas, entre as cotas de 25 m até o nível do mar. A faixa costeira entre as bacias de Pernambuco e da Plataforma de Natal, é compreendida pelas planícies costeiras e pela feição geomorfológica em “mares de morro” (Corrêa et al., 2010). No entanto, a oeste da região de estudo, ocorrem os patamares escalonados do Planalto da Borborema que podem alcançar cerca de 1100 m de altitude.

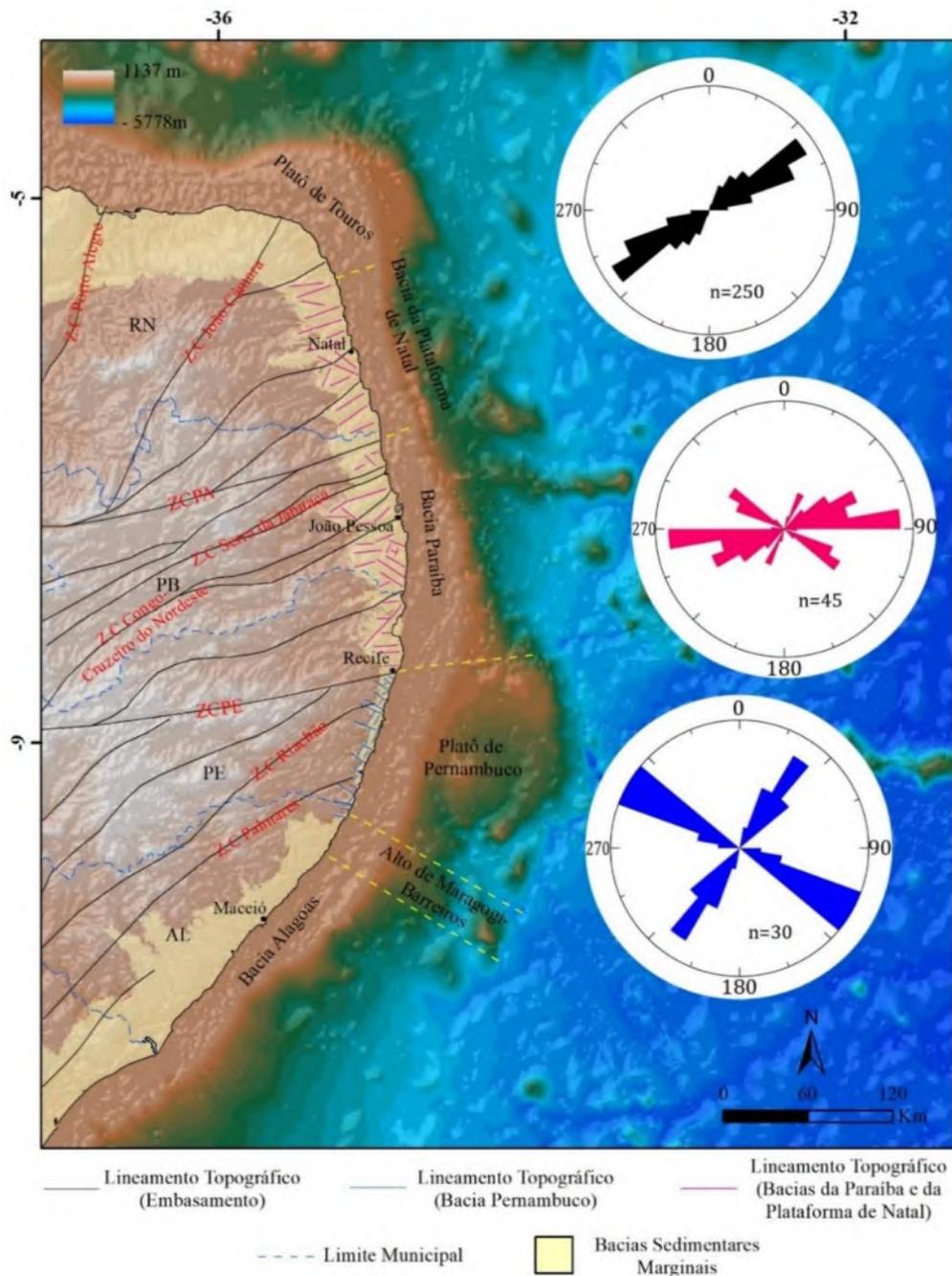
O comportamento estrutural do embasamento, em escala regional, é controlado pelas Zonas de Cisalhamento, que apresentam dois *trends* estruturais principais, E-W e NE-SW (Fig. 21). O primeiro *trend* estrutural, E-W, representa as Zonas de Cisalhamento Pernambuco e Patos. As zonas de cisalhamento que ocorrem na Província Borborema, são estruturas geológicas profundas e que atuaram como limite dos domínios tectônicos Sul, Transversal e Norte da PB (Araújo et al., 2013). Estas zonas de cisalhamento dividem a Borborema em subdomínios que apresentam diferenças crustais com reflexo em suas propriedades térmicas (Oliveira, 2018). O segundo *trend* estrutural, NE-SW, é representado pelas zonas de cisalhamento secundárias, que são subordinadas as zonas de cisalhamento E-W (Fig. 21). A geometria dos traços estruturais relacionados às zonas de cisalhamento, sugere um arranjo anastomosado de lineamentos topográficos.

No interior das bacias sedimentares estudadas, a orientação dos lineamentos topográficos apresenta dois comportamentos distintos. O primeiro é relacionado ao setor a norte em relação a Zona de Cisalhamento Pernambuco, e o segundo, a sul desta zona de

cisalhamento (Fig. 21). Os lineamentos a norte da Zona de Cisalhamento Pernambuco ocorrem no contexto geológico das bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal. Estes representam lineamentos topográficos retilíneos de pequeno comprimento. Neste setor os lineamentos apresentam duas direções principais, ENE-WSW e NW-SE e são representados por falhas e fraturas criadas pelo rifte e por eventos de deformação posteriores a fase rifte nas bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal. Já a sul da Zona de Cisalhamento Pernambuco, na Bacia Pernambuco, os lineamentos apresentam dois *trends* principais: NE-SW e NW-SE, que também estão relacionados as falhas e fraturas do rifte e a formação de estruturas em etapas de deformação posteriores. É possível que as estruturas NW-SE apresentem uma origem ainda mais antiga, e ligada a trama rúptil-dúctil do embasamento cristalino adjacente. Durante a abertura das bacias sedimentares estudadas, estas estruturas foram aproveitadas para acomodar os esforços extensionais da fase rifte.

É possível perceber que em ambos os setores, as estruturas mais jovens, tanto do rifte quanto de eventos posteriores, aproveitaram a estruturação prévia do embasamento, controlada pelas zonas de cisalhamento. Parte dos lineamentos mapeados no interior das bacias sedimentares estudadas está disposta de forma paralela as principais zonas de cisalhamento que ocorrem no extremo oriental da Província Borborema (Fig. 21).

Figura 21 – Mapa de lineamentos topográficos obtido a partir do modelo de elevação de terreno construído com imagens de radar (SRTM), e de batimetria (GEBCO). Linemantos topográficos relacionados ao embasamento das bacias marginais estudadas (linhas pretas), e seu respectivo diagrama de roseta (preto, total de dados = 250), lineamentos topográficos das bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal (linhas em rosa, total de dados = 45). Lineamentos topográficos da Bacia Pernambuco (linhas em azul), e diagrama de roseta (cor azul, total de dados = 30). Os nomes de algumas das zonas de cisalhamento foram extraídos de Silva Filho et al. (2001) e Medeiros et al. (2011). ZCPA = Zona de Cisalhamento Patos e ZCPE = Zona de Cisalhamento Pernambuco.



Fonte: O autor (2022).

3.2 MÉTODOS POTENCIAIS

Os dados de geofísica potencial, tanto a gravimetria, quanto a magnetometria, auxiliaram na interpretação do arcabouço estrutural que compõe o embasamento das bacias sedimentares estudadas. Os próximos subitens detalharão os principais resultados obtidos através da interpretação dos mapas geofísicos potenciais.

3.2.1 Dados Gravimétricos

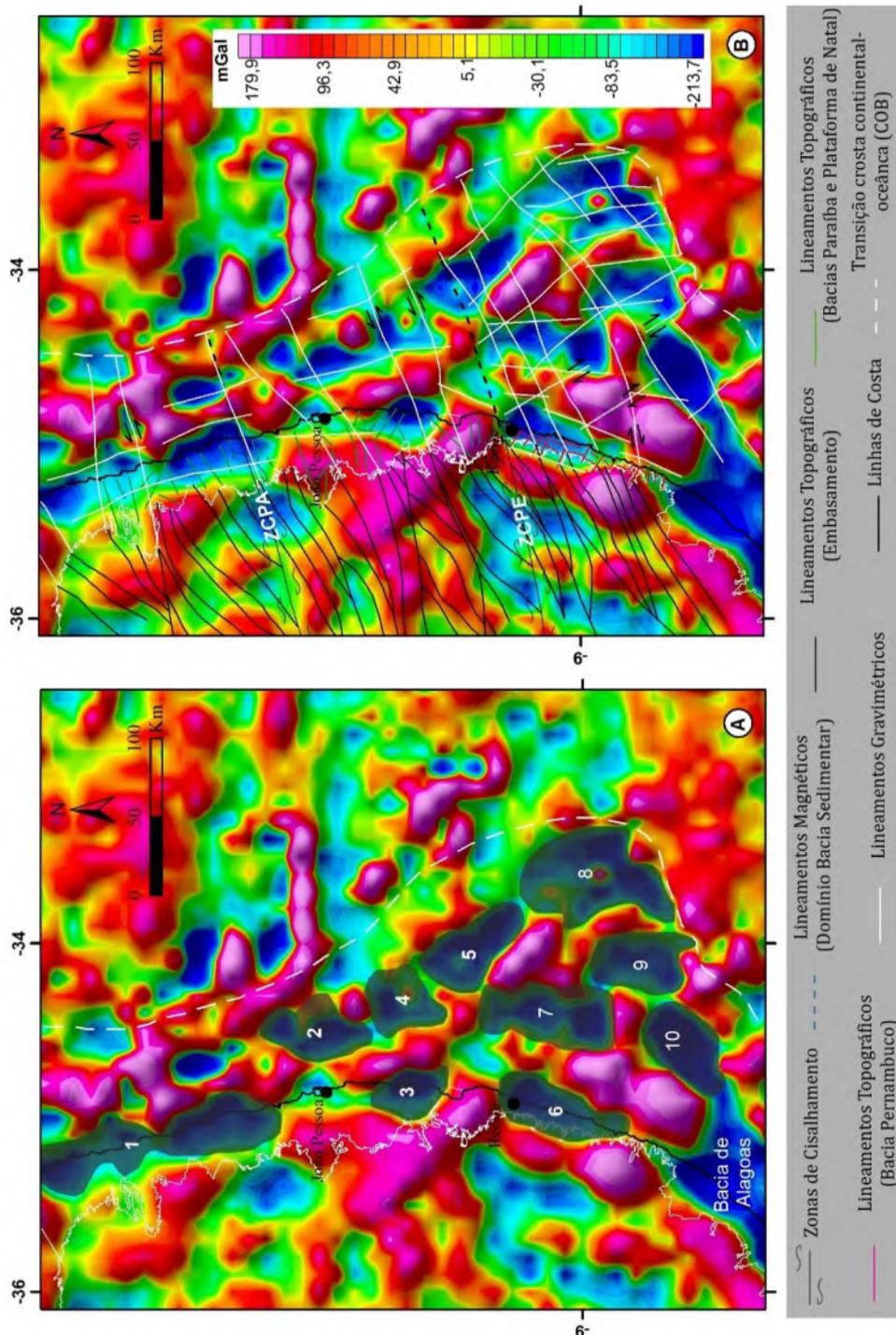
O mapa de derivada vertical de anomalia isostática permitiu destacar os principais depocentros que compõem as bacias sedimentares estudadas, a partir da interpretação das principais anomalias negativas, e as anomalias gravimétricas positivas foram relacionadas aos principais altos estruturais na região de estudo (Fig. 22). Neste mapa também foi possível observar que os depocentros da BPE apresentam uma forma elíptica e foram desenvolvidos sobre a crosta continental estirada do Platô de Pernambuco. Duas anomalias positivas principais marcam a ocorrência dos dois altos externos principais, representados pelos Altos de Gaibu e Itamaracá, o primeiro localizado na região central do Platô de Pernambuco, e o segundo localizado na região nordeste no Platô de Pernambuco (Fig. 22A). Ao longo das plataformas da Paraíba e de Natal existem alguns grabens rasos limitados por anomalias negativas alinhadas às zonas de cisalhamento com direção NE-SW (Fig. 22B).

O mapa de derivada vertical do mapa de anomalia Bouguer Residual (DV), permite ressaltar os limites das anomalias, compreendendo uma excelente ferramenta para a interpretação estrutural. No mapa de derivada vertical da área de estudo, apesar da existência de algumas discrepâncias na forma das anomalias em relação ao mapa de derivada vertical de anomalia isostática, os padrões estruturais interpretados apresentam similaridade com os padrões observados com este mapa geofísico (Fig. 23).

No mapa de DV, foi possível observar alinhamentos gravimétricos, que compõe dois conjuntos distintos em termos de orientação. Nitidamente estes conjuntos são limitados pela Zona de Cisalhamento Pernambuco, a norte dessa zona de cisalhamento, os alinhamentos gravimétricos apresentam *trend* estrutural NE-SW e NW-SE (Fig. 23), enquanto que na região a sul da Zona de Cisalhamento Pernambuco, o arranjo de grabens e horsts foram criados pela interação das estruturas do embasamento e falhas formadas durante a fase rifte cuja expressão no mapa DV são os alinhamentos gravimétricos com *trend* NE-SW, NW-SE e NNW-SSE (Fig. 23).

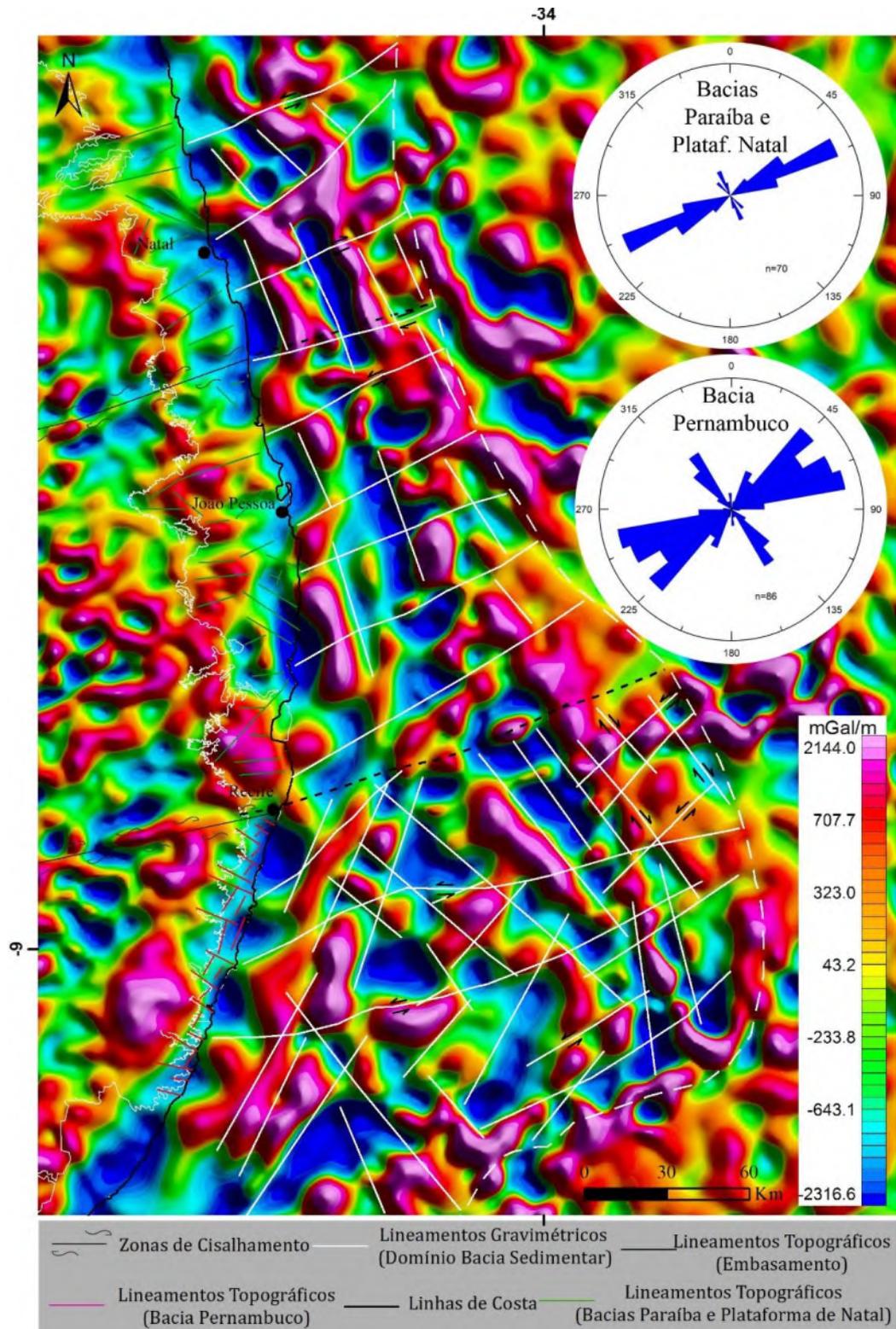
A análise do mapa DV permitiu definir que a Bacia Interna apresenta uma geometria alongada e côncava (Fig. 22), paralela ao litoral. A terminação NE desse graben que forma a bacia interna é limitado a norte pela ZCPE. Uma forte anomalia positiva (~180 mGal) contorna o Alto do Maracatu, que forma uma continuação da charneira externa da Bacia de Alagoas, a sul, e continua, para norte, ao longo das plataformas das bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal (Fig. 23). Neste mapa, o Graben de Tamandaré (Oliveira, 2013), também parece estar ligado à região distal da Bacia do Alagoas. O Alto de Gaibu apresenta uma orientação ligeiramente E-W, e o Alto de Itamaracá apresenta orientação NW-SE (Fig. 23). Os pequenos altos externos na porção distal do Platô parecem formar duas charneiras próximas ao limite do platô. O Graben distal de Enseada parece estar ligado a um estreito e um pequeno graben alongado, na direção NW-SE, em frente à plataforma da Paraíba (Fig. 23).

Figura 22 - Mapa de derivada vertical de anomalia isostática. A) Interpretação dos principais depocentros (polígonos em preto) limitados por altos estruturais do embasamento. A linha pontilhada branca, marca a posição da COB (Magalhães et al., 2013). B) interpretação dos principais conjuntos estruturais de falhas e zonas de cisalhamento que controlaram a evolução das bacias na região. Para definição das estruturas mapeadas, consultar as figuras 22 (os nomes dos domínios *offshore* foram adotados conforme Oliveira, (2013), e Magalhães, (2019). 1 – Bacia da Plataforma de Natal, 2 – Graben de João Pessoa, 3 – Graben de Olinda, 4 – Graben de Goiana, 5 – Graben de Enseada, 6 – Bacia Interna, 7 – Graben de Itapuama, 8 – Graben Externo do Platô, 9 – Graben de Guadalupe, 10 – Graben de Tamarandé.



Fonte: O autor (2022).

Figura 23 - Mapa gravimétrico de derivada vertical (DV) com a interpretação dos principais padrões de falhas e zonas de cisalhamento que controlaram a evolução das bacias inseridas na área de estudo. A linha tracejada branca indica a posição da transição entre as crostas oceânica-continental (COB) (Magalhães et al., 2013).



Fonte: O autor (2022).

3.2.2 Dados Magnetométricos

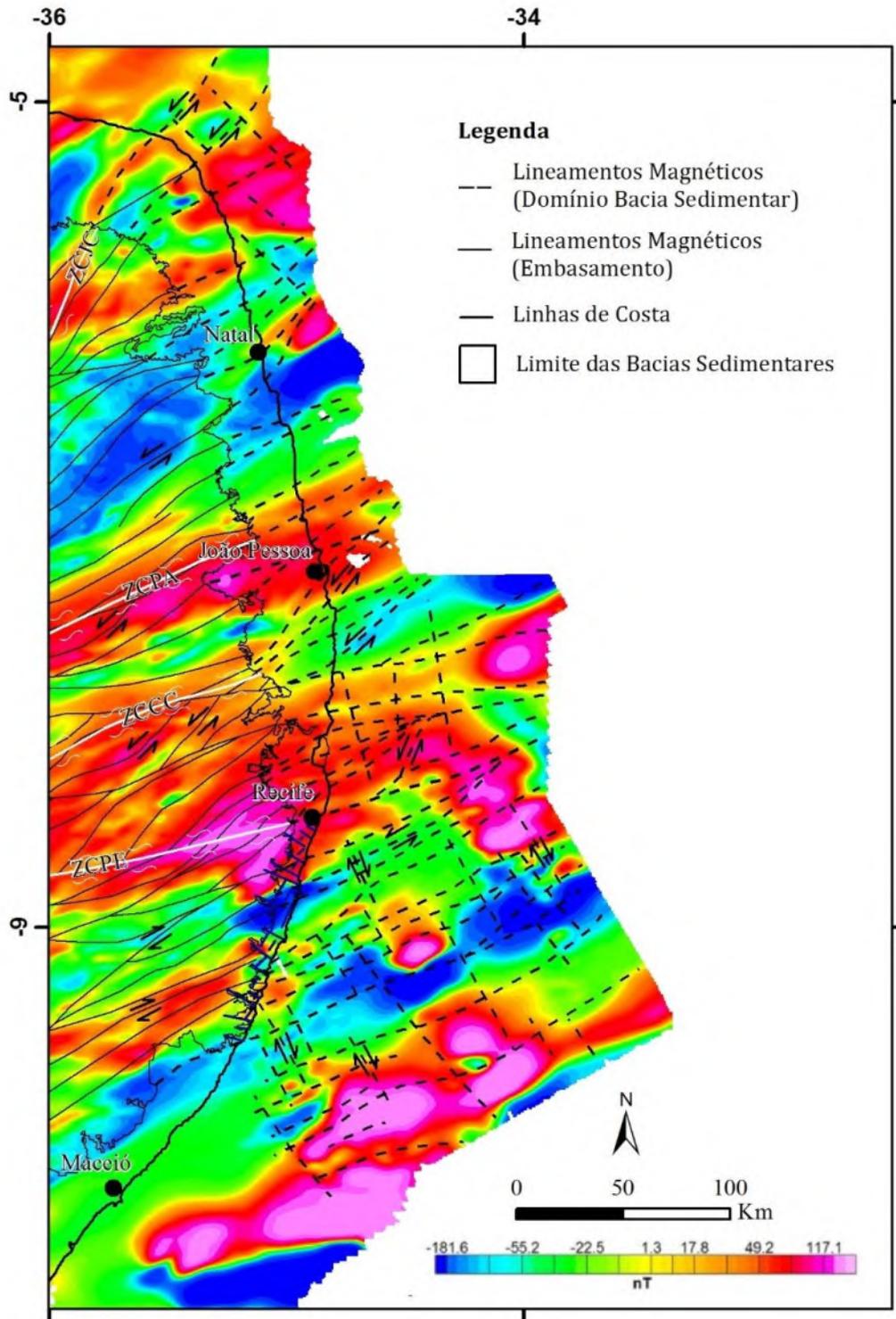
A interpretação dos padrões associados ao arcabouço estrutural do rifte da área de estudo, também foi realizada sobre os mapas elaborados com os dados de magnetometria. A análise do Mapa Regional de Anomalia Magnética Reduzido ao Polo (RTP-REG) (Fig. 24) revelou a influência de *clusters* de anomalias alongadas, com *trend* NE-SW e E-W, que correspondem as rochas granítico-gnáissicas (magnéticas), e rochas metassedimentares (com fraco conteúdo magnético), que estão presentes no escudo da Província Borborema (PB). Essas rochas foram fortemente retrabalhadas pelas zonas de cisalhamento de escala continental, como fica claro neste mapa regional, que exhibe anomalias negativas e positivas alongadas (~110 nT) (Fig. 24). Este mapa também permitiu interpretar a continuação das zonas de cisalhamento mapeadas no embasamento da PB para os domínios *offshore* nas bacias sedimentares estudadas. Estas estruturas podem ser definidas como uma série de pequenas depressões geradas a partir da ação de um campo extensional diferencial NW-SE das estreitas zonas de crosta continental limitadas pelas zonas de cisalhamento com direção NE-SW.

Além dos aspectos ligados ao arcabouço estrutural das bacias marginais, é importante ressaltar que o mapa RTP-REG mostrou que as zonas de cisalhamento que cortam a Província Borborema, apresentam continuidade no embasamento destas bacias marginais (Fig. 24).

No mapa de amplitude do sinal analítico (ASA) foi possível observar a influência de rochas magnéticas na formação de quatro grandes conjuntos de anomalias distribuídas no Platô de Pernambuco e uma anomalia na região a sudeste da cidade de Natal (Fig. 25). A anomalia magnética a norte da cidade de João Pessoa, pode estar relacionada ao prolongamento da Zona de Cisalhamento Patos (ZCPA) que contém intrusões ígneas de rochas fortemente magnéticas (~117 nT) (Vauchez et al., 1995), enquanto que as anomalias relacionadas ao Platô de Pernambuco, estão, provavelmente, associadas as intrusões ígneas que ocorreram nessa região, e que são bem documentadas na porção *onshore* da Bacia Pernambuco (~100 nT) (Sial, 1976; Long et al., 1986; Sial et al., 1988).

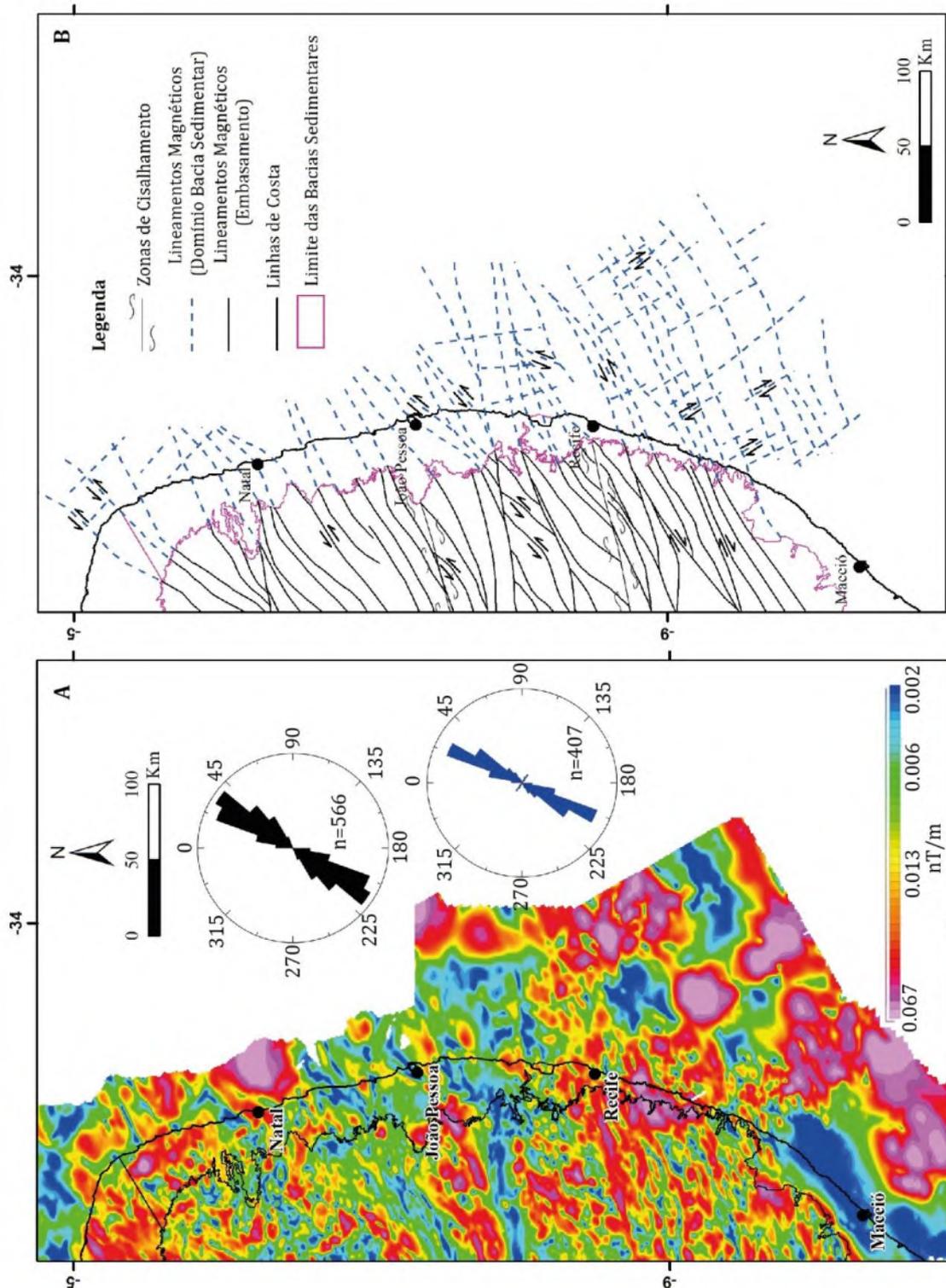
Em relação as orientações das anomalias magnéticas, estas apresentam similaridade com o padrão interpretado no mapa Bouguer Residual. No entanto, o mapa de amplitude do sinal analítico, forneceu uma melhor definição dos *trends* estruturais (Fig. 25).

Figura 24 - Mapa RTP-REG para a área de estudo. As linhas azuis tracejadas marcam os lineamentos magnéticos que ocorrem nos domínios das bacias sedimentares de Pernambuco, Paraíba e da Plataforma de Natal. A interpretação dos lineamentos apresentada neste mapa, considerou a interpretação previamente realizada sobre o mapa magnético de sinal analítico (Figura 25 – Mapa magnético de sinal analítico ASA). ZCPE – Zona de Cisalhamento Pernambuco; ZCPA – Zona de Cisalhamento Patos; ZCCC – Zona de Cisalhamento Congo-Cruzeiro do Nordeste; ZCJC – Zona de Cisalhamento João Câmara.



Fonte: O autor (2022).

Figura 25 – A) Mapa ASA elaborado a partir da integração dos *grids* de dados locais; B) A interpretação dos lineamentos magnéticos possibilitou uma melhor compreensão do arcabouço estrutural com base na ocorrência de estruturas no embasamento, dominado pelas zonas de cisalhamento com direção preferencial NE-SW, e por fallhas que apresentam *trends* estruturais NE-SW e NW-SE. Detalhe para a continuação dos extensos lineamentos magnéticos no interior das bacias sedimentares estudadas.



Fonte: O autor (2022).

3.3 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS SÍSMICOS 2D

Neste item, serão abordados os principais resultados provenientes da interpretação dos dados sísmicos levantados sobre a região *offshore* das bacias sedimentares estudadas.

3.3.1 Principais Tectonossequências

A interpretação dos dados sísmicos permitiu mapear quatro tectonossequências; 1) TSq1 que corresponde as fases rifte 1 e rifte 2 para a Bacia Pernambuco (Barremiano?-Neo-Albiano), e rifte 1 para as bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal (Aptiano?-Meso-Albiano). É possível que as bacias sedimentares do domínio norte da área de estudo também tenham registradas duas fases rifte, no entanto, o baixo tempo de amostragem e a baixa resolução dos dados sísmicos neste domínio, impedem o reconhecimento destas tectonossequências; 2) TSq2 é representada por sedimentos pós-rifte cretáceos para ambos os setores da área de estudo; 3) TSq3 representa a sedimentação pós-rifte, relacionada ao Cenozoico inferior para as bacias marginais estudadas (Paleoceno-Meso-Mioceno); 4) TSq4 é representada pela tectonossequência pós-rifte do Cenozoico Superior (Meso-Mioceno-Recente) (Fig. 26). Uma vez que não há registro de rochas de idade neocomiana, ou cronocorrelatas à fase rifte das bacias vizinhas (Barremiano, Aptiano e Albiano), na faixa costeira das bacias da Paraíba e Plataforma de Natal, não é possível inferir se o rifte nestas bacias também ocorreu conforme dois estágios, tão pouco a sua duração efetiva. A falta de poços e de sísmica profunda na região *offshore*, da mesma forma impede a proposição de modelos mais adequados. Contudo, conforme os dados existentes para a contra-parte africana dessas bacias, o rifte foi concluído no Eo a Meso-Albiano (Turner et al., 2008; Matos et al., 2019, 2021). Assim, infere-se a mesma idade deste trecho do rifte na margem brasileira.

As correlações entre as unidades mapeadas na região *onshore* com o preenchimento sedimentar da porção *offshore*, apresenta enorme complexidade, devido a falta de poços na região *offshore*, e poucos poços em *onshore*. Em todo o trecho da margem estudada, foram perfurados apenas três poços estratigráficos, na região *onshore*. A definição das quatro tectonossequências também levou em conta a base de conhecimento adquirido ao longo de décadas de exploração da Bacia de Alagoas, vizinha à Bacia de Pernambuco.

A TSq1 é caracterizada por sucessões de refletores basculados, e que indicam divergência devido a ação do crescimento de falhas das fases rifte 1 e rifte 2 (Barremiano?-Albiano) na Bacia de Pernambuco, e pela fase rifte 1 (Aptiano?-Meso-Albiano) nas bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal. Na Bacia Pernambuco, a TSq1 possivelmente corresponde a

Formação Cabo depositada na região *onshore*. A Formação Cabo é representada pelo sistema de leques aluviais associados a conglomerados, arenitos e siltitos imaturos (Fig. 18). A TSq1 é representada por reflexões descontínuas com baixas frequências e baixas amplitudes. A configuração interna dos refletores da TSq1 apresenta padrão divergente, e em algumas linhas é possível mapear uma discordância intra-rifte que marcaria pelo menos dois estágios rifte que atuaram na Bacia Pernambuco (Maia et al., 2012; Barbosa et al., 2014). Na Bacia Pernambuco, no topo da TSq1, foram mapeados refletores com alta amplitude, com padrão interno caótico a *free*. Estes refletores formam corpos isolados que apresentam dobras e mudanças de espessura. A deformação de camadas acima em relação a estes corpos sugere que estes representam camadas evaporíticas (Buarque et al., 2016, 2017; Correia Filho et al., 2019) (Fig. 27).

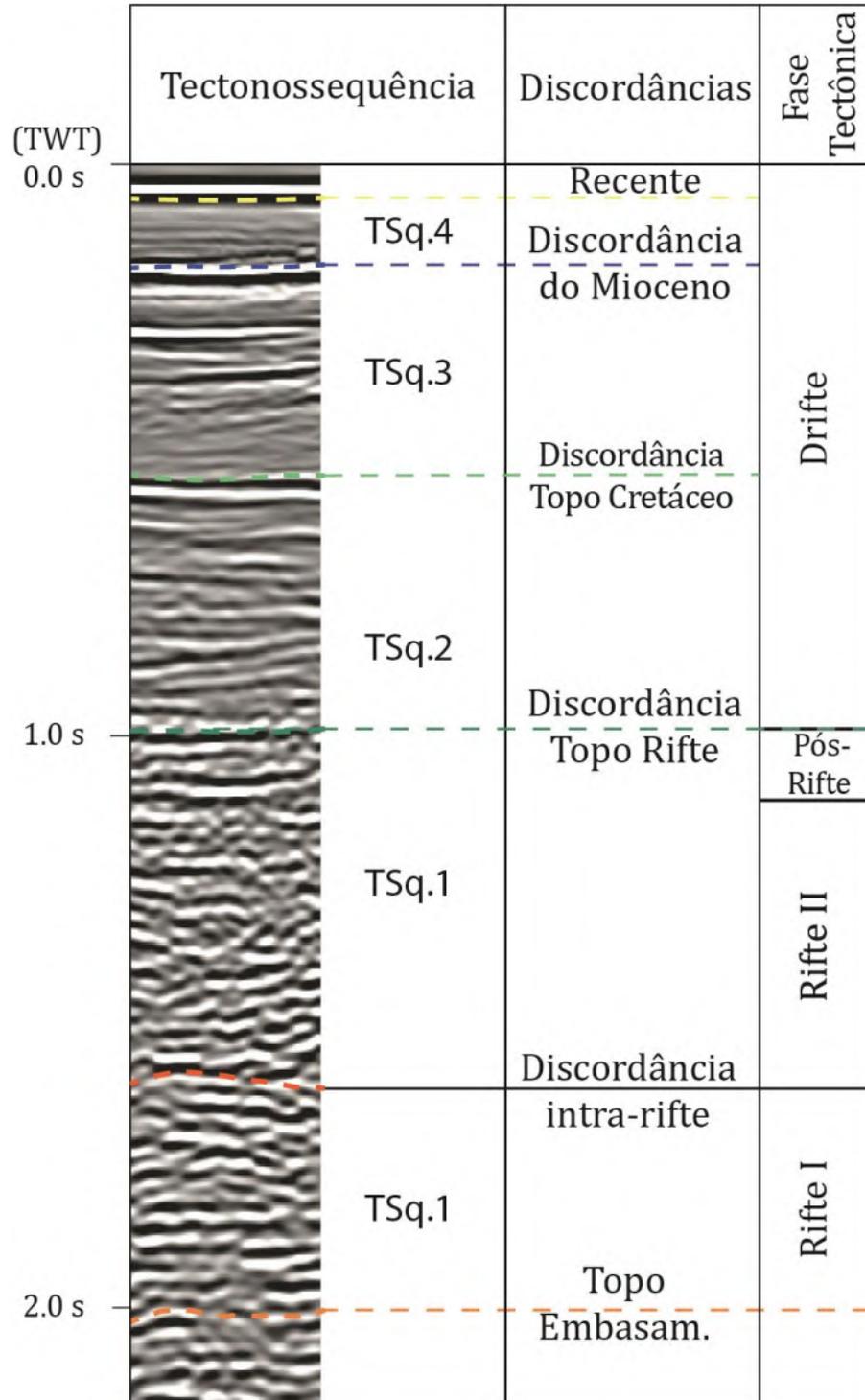
A TSq2 é marcada na base por uma discordância angular em relação aos refletores que compoem a TSq1. Por correlação com a Bacia de Alagoas, a TSq2 possivelmente representa depósitos sedimentares que abrangem desde o Albiano ao Maastrichtiano, intervalo conhecido nas bacias marginais, por representar o período de livre circulação oceânica (Campos Neto et al., 2007). Nas bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal, pelo menos parte dessa tectonossequência é representada por extensas plataformas carbonáticas, relacionadas às formações Itamaracá e Gramame (Campaniano-Maastrichtiano). A sul da Zona de Cisalhamento Pernambuco, essa tectonossequência é relacionada a formação Estiva (Cenomaniano-Santoniano), que representa uma plataforma carbonática mais restrita, que se formou na atual faixa costeira da bacia, em relação as que ocorrem a norte da ZCPE (Figs. 27 e 28). Segundo Buarque et al. (2017), na Bacia Pernambuco a tectonossequência TSq2 também contém estruturas classificadas como *buildups* carbonáticos formados em diversos contextos da paleotopografia na região da plataforma da BPE e no Platô de Pernambuco.

A TSq3, mapeada nas bacias estudadas, foi correlacionada a sedimentação pós-rifte cenozóica inferior existente na Bacia de Alagoas, esta tectonossequência é relacionada a uma série de tratos de sistemas regressivos. Também na área de estudo, foram mapeadas em algumas linhas eventos erosivos inseridos na tectonossequência TSq3. Os refletores nesta tectonossequência apresentam baixa continuidade, baixa frequência e amplitude que varia de alta a baixa (Figs. 26, 27 e 28).

A TSq4 é representada pelo padrão plano-paralelo, refletores de baixa amplitude e alta frequência. Possivelmente, a TSq4 compreende depósitos que abrangem desde o Mioceno até o Recente, e pode ser associada à Formação Barreiras mapeada na região costeira das bacias sedimentares estudadas. Esta definição levou em conta a existência de uma discordância

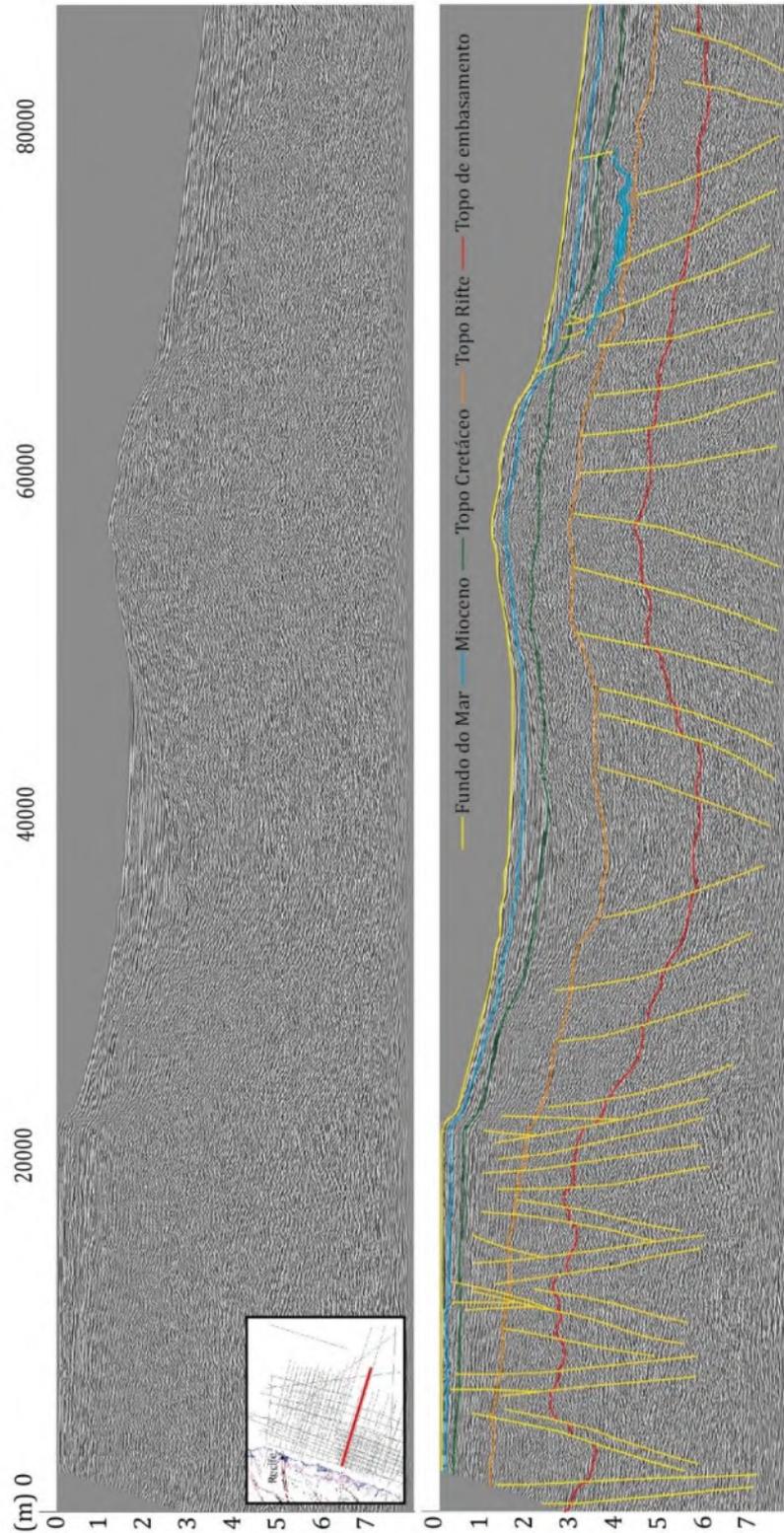
regional que marca o intervalo Eo a meso-Mioceno nas bacias vizinhas (Morais Neto et al., 2001).

Figura 26 – Exemplo dos padrões de sismofácies associados as tectonossequências identificadas na região *offshore* das bacias estudadas, em especial na região do Platô de Pernambuco.



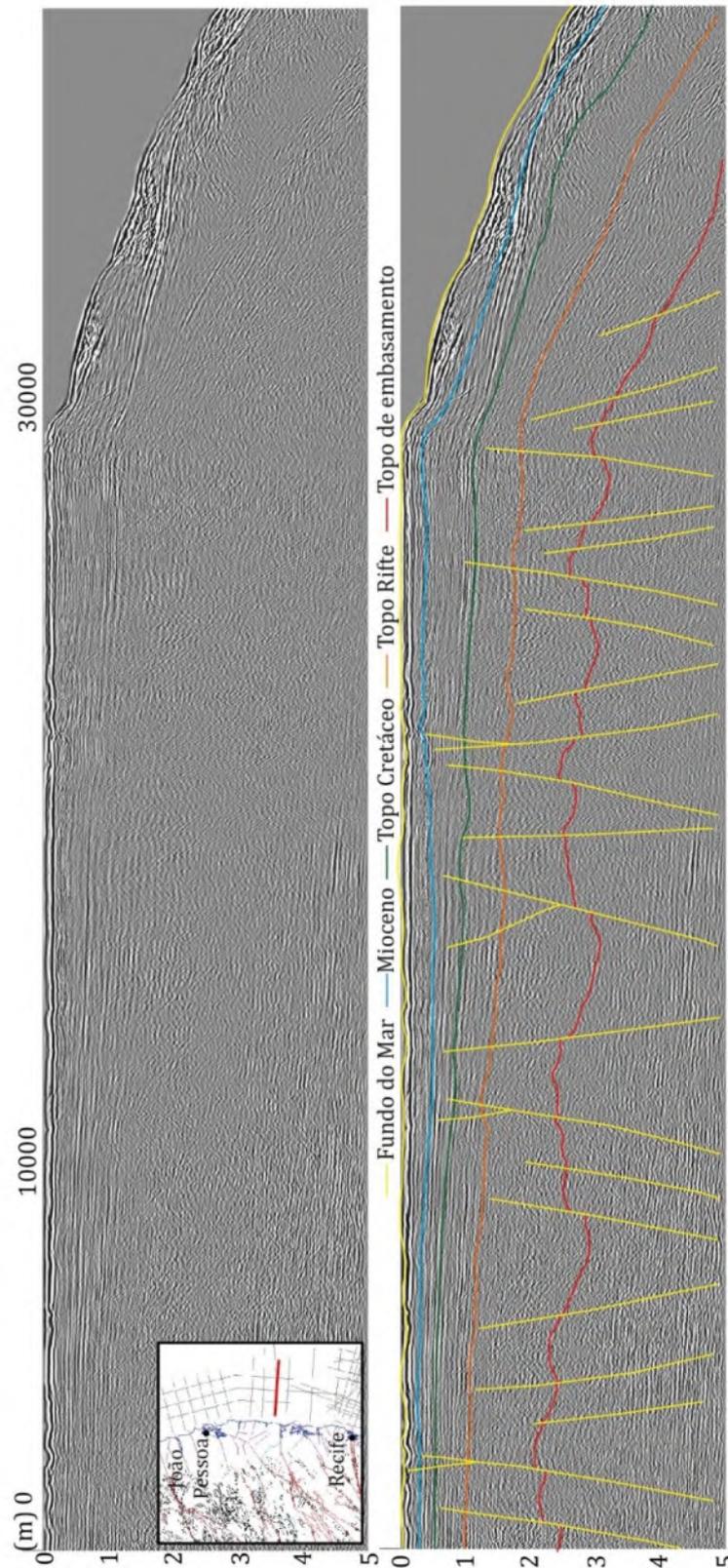
Fonte: O autor (2022).

Figura 27 – Seção sísmica *dip* (0250-0377) localizada na região central do Platô de Pernambuco, com a interpretação dos limites das tectonossequências definidas neste estudo. Detalhe na interpretação de corpos evaporíticos na cor azul (possivelmente alóctone), mapeada em algumas seções sísmicas. Escala vertical em tempo (segundos).



Fonte: O autor (2022).

Figura 28 – Seção sísmica 0048-0597, localizada na região sul da Bacia Paraíba, na qual foram mapeadas as tectonossequências regionais que ocorrem na Bacia da Paraíba e que são similares as que ocorrem na Plataforma de Natal. Escala vertical em tempo (segundos).



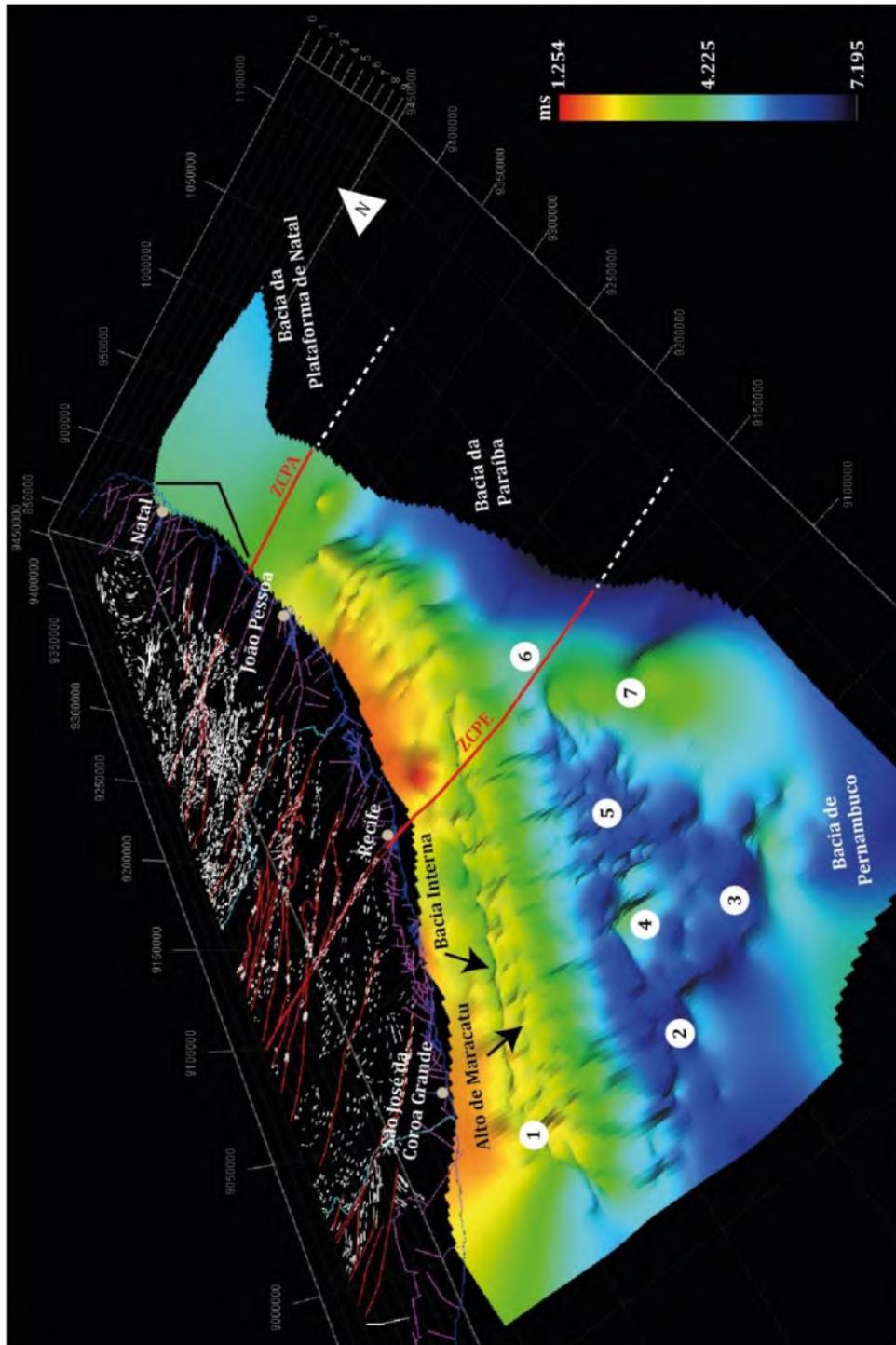
Fonte: O autor (2022).

O mapeamento das tectonossequências, bem como do topo do embasamento sísmico revelou que a norte da ZCPE, na região da plataforma marginal das bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal, o embasamento se posiciona progressivamente mais raso (Figs. 2 e 29).

Na Bacia Pernambuco, devido ao menor espaçamento entre as seções sísmicas levantadas, foi possível determinar com maior precisão os aspectos do seu arcabouço estrutural. Os principais domínios desta bacia marginal são representados pela Bacia Interna (graben alongado paralelo a faixa costeira) (Fig. 22), que representa um rifte estreito interno, que abrange regiões emersas e *offshore*. Separado da bacia interna pelo Alto Estrutural de Maracatu ocorrem os principais depocentros da Bacia Pernambuco, na região do Platô de Pernambuco (Figs. 29 e 30).

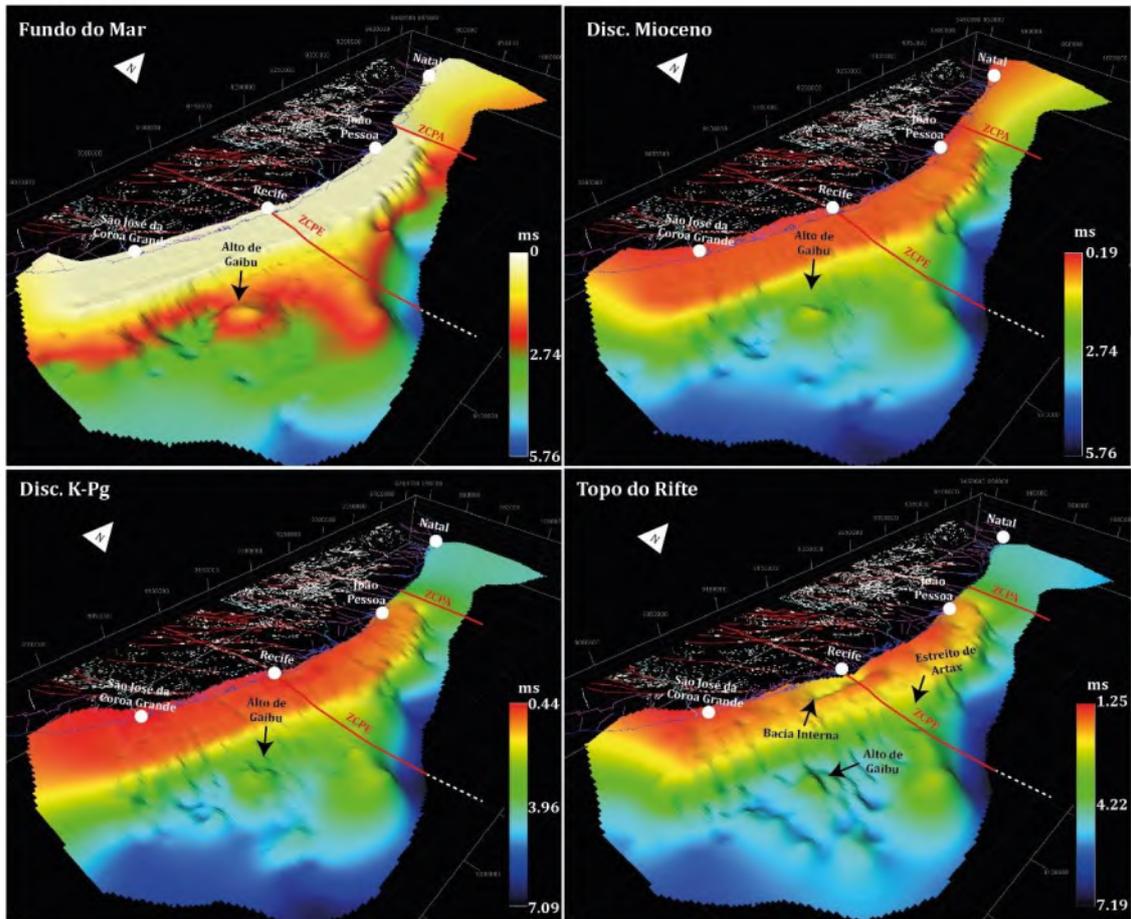
A Figura 30 mostra as superfícies relacionadas às principais tectonossequências interpretadas, em relação a superfície atual do fundo do mar, e a disposição dos domínios regionais das bacias, segundo a superfície do embasamento sísmico (Fig. 29). Conforme demonstrado nos mapas regionais, devido à extensão do Platô de Pernambuco, a região marginal da Bacia de Pernambuco apresenta-se muito mais larga do que a região plataformal a norte. A presença de altos na superfície relacionada ao topo do rifte, sugere a existência de paleoaltos estruturais, que marcaram a topografia da bacia desde a sua origem, e que podem estar associados a eventos magmáticos (Buarque et al., 2016; Magalhães, 2019), como no caso dos altos de Gaibu e de Itamaracá (Fig. 29). É possível que o alto estrutural de Maragogi-Barreiros, também tenha atuado como uma barreira à sedimentação na região proximal entre as bacias de Pernambuco e de Alagoas (Fig. 30). O limite entre a Bacia de Pernambuco e da Paraíba, na região proximal, é marcado pela ZCPE, que também marca o começo do alto estrutural alongado que forma a região plataformal das bacias a norte, da Paraíba e Plataforma de Natal. O Alto de Itamaracá está posicionado no limite nordeste do Platô de Pernambuco (Fig. 30), e um baixo que se formou entre este alto e a escarpa da plataforma da Bacia da Paraíba. Esta feição corresponde a uma passagem estreita, que liga a região interna no Platô de Pernambuco, a região externa, distal, da Bacia da Paraíba. Esta passagem foi nomeada por Oliveira (2018), como Estreito de Artax (Fig. 30).

Figura 29 – Superfície do topo do embasamento sísmico, construída a partir da interpretação de todas as seções sísmicas integradas no *survey* do estudo. Detalhe para os principais depocentros e altos estruturais da Bacia de Pernambuco, e para a região que forma as plataformas da Paraíba e da Plataforma de Natal, que apresentam uma quebra acentuada, conectada diretamente a uma bacia profunda e estreita. 1 – Alto de Maragogi-Barreiros, 2 – Graben de Tamandaré, 3 – Graben de Guadalupe, 4 – Alto de Gaibu, 5 – Graben de Enseada; 6 – Estreito de Artax; 7 – Alto de Itamaracá.



Fonte: O autor (2022).

Figura 30 – Superfícies do topo das principais tectonossequências mapeadas na área de estudo; ilustrando o topo da tectonossequência rifte, topo da sucessão do Cretáceo, topo da tectonossequência entre o final do Cretáceo e o Mioceno, e o topo do fundo do mar, que limita a sucessão que abrange desde o Mioceno até o Recente.



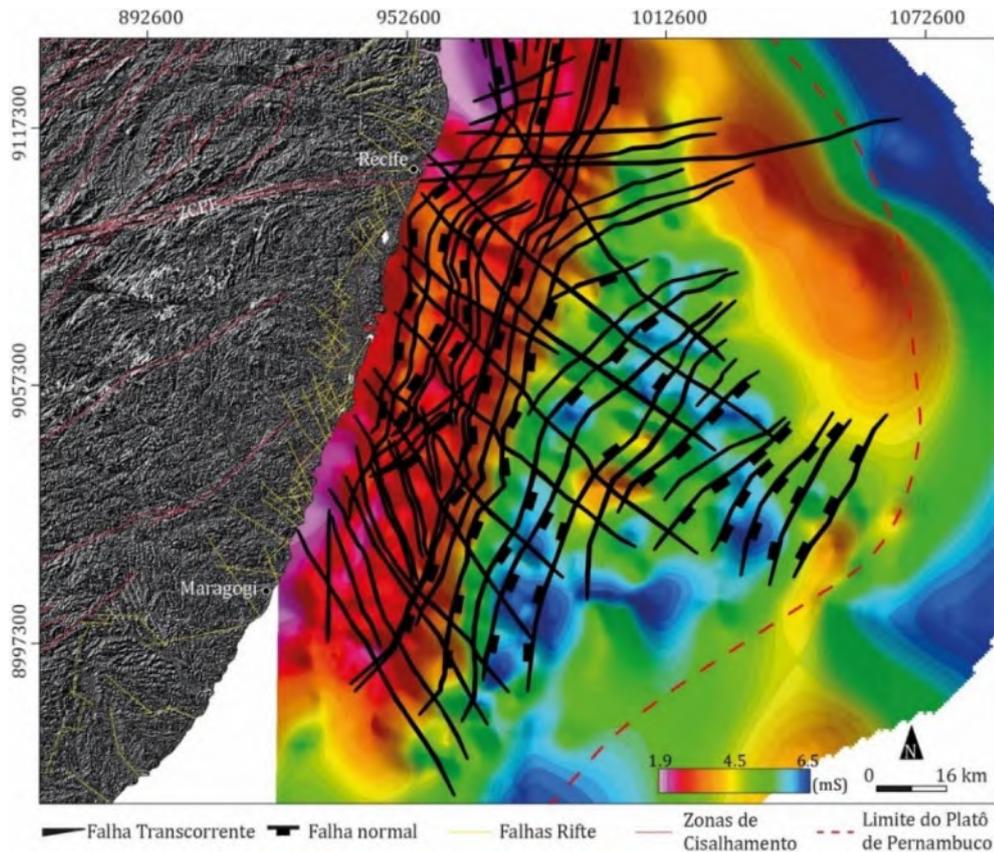
Fonte: O autor (2022).

3.3.2 Tectono-Estratigrafia da Bacia Pernambuco

A Bacia Pernambuco encontra-se compartimentada em altos e baixos estruturais limitados por falhas conforme observado na interpretação dos dados geofísicos potenciais (Figs. 22, 23, 24 e 25). A interpretação do contexto tectono-estratigráfico auxiliou na interpretação dos critérios cinemáticos das estruturas mais representativas que ocorrem tanto na região proximal quanto na região distal da Bacia de Pernambuco (Fig. 31). Na região com maior cobertura de seções sísmicas foi possível mapear falhas importantes, conforme a projeção do contorno estrutural, mostrado na Figura 31. A distribuição das falhas revelou uma trama estrutural complexa, que envolve *trends* NE-SW, NNE-SSW e NW-SE.

O *trend* estrutural NE-SW, que está principalmente relacionado às zonas de cisalhamento Palmares e Raichão que cortam o Complexo Pernambuco-Alagoas, confirma que um dos principais mecanismos de abertura da BPE foi a reativação da foliação milonítica originando as principais falhas normais da BPE NE-SW. Por outro lado, os *trends* estruturais NW-SE e NNE-SSW não apresentam a mesma relação com estruturas mais antigas do embasamento, possivelmente foram originadas no processo de abertura da BPE. O *trend* NW-SE, também é bem conhecido na região emersa da BPE, principalmente na região de borda dessa bacia (Lima Filho, 1998; Almeida, 2003; Correia Filho, 2017), onde foram extraídos campos de paleotensões compatíveis com uma cinemática oblíqua para estas estruturas formadas durante a fase rifte (Correia Filho, 2017). O *trend* NNE-SSW apresenta orientação paralela à linha de costa da Bacia Pernambuco, e possui representatividade em todos os seus setores, inclusive em sua porção *onshore*. Essas estruturas correspondem a falhas oblíquas com rejeito predominante normal (Correia Filho, 2017), e foram responsáveis pelo controle da deposição das Formações Cabo e Suape, ambas unidades rifte da BPE.

Figura 31 – Integração de dados de topografia *onshore* (SRTM), e mapa do contorno estrutural do embasamento na região *offshore*, com a projeção das falhas mapeadas a partir de seções sísmicas. As falhas de transferência, com *trend* NW-SE, apresentam-se de forma oblíqua ao *trend* das zonas de cisalhamento herdado do embasamento cristalino que apresenta *trend* E-W e NE-SW. As famílias NNE-SSW e NE-SW são representadas pelas principais falhas normais do domínio sul da área de estudo.



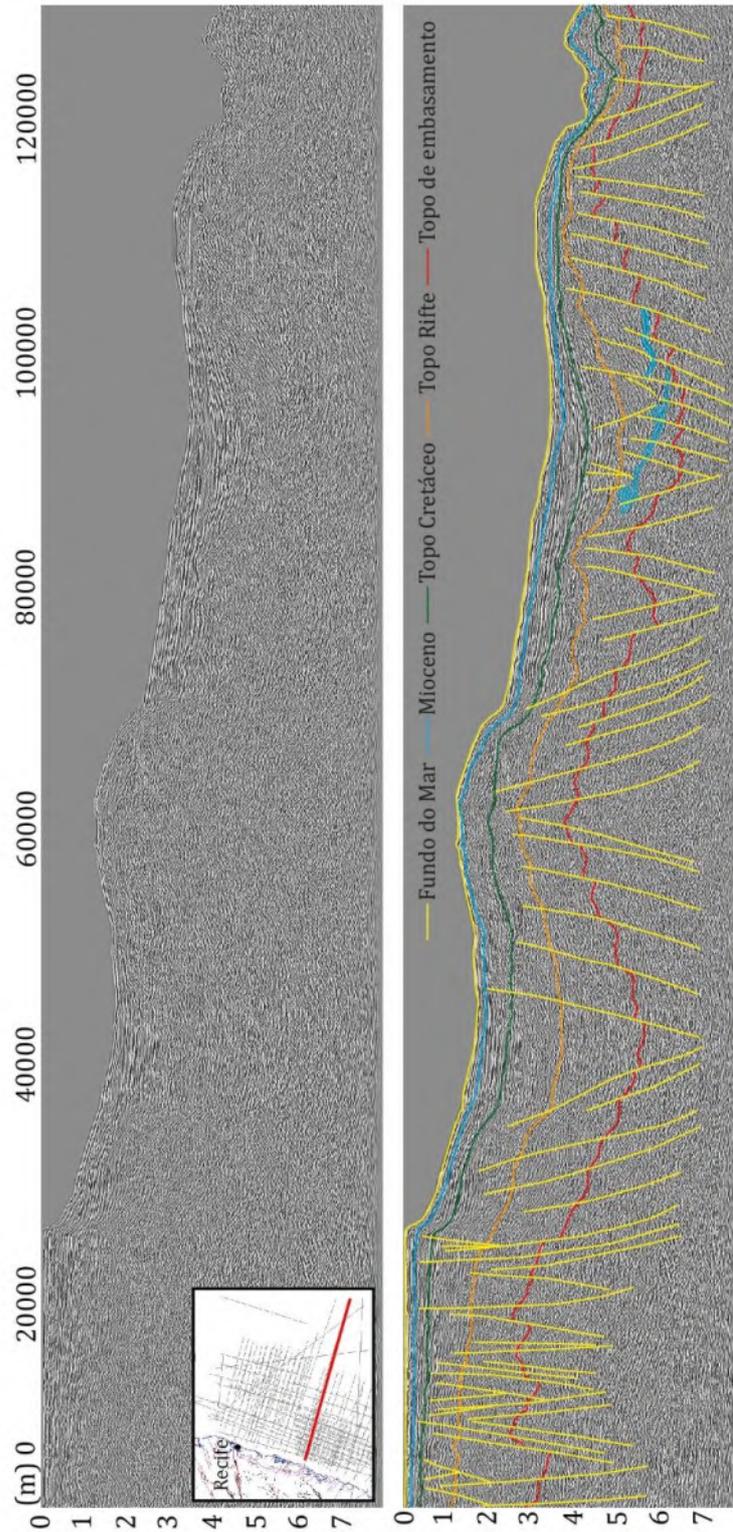
Fonte: O autor (2022).

A análise dos planos de falha a partir do registro das seções sísmicas revelou que o ângulo de mergulho dos planos diminui em direção a região distal do Platô de Pernambuco. Os planos de falha apresentam estilo rotacional, com padrão em dominó na região distal da Bacia Pernambuco (Fig. 32). As falhas normais criadas pelo estiramento e afinamento da crosta apresentam variação de mergulho com a profundidade, o que ocorre devido a variação da deformação em relação à mudança da reologia da crosta em relação à profundidade e está relacionado a uma variação composicional da crosta (Sutra & Manatshal, 2011; Doré & Lundin, 2015). Em regiões mais profundas e distais, as falhas assumem uma geometria lístrica, com a tendência de descolamento em direção a crosta inferior (Fig. 33).

O arcabouço da Bacia de Pernambuco, em especial na sua região distal, exhibe um padrão de meio-grabens de grande extensão que mergulham tanto para leste, quanto para

oeste (Fig. 31). As charneiras criaram limites entre os principais grabens que se formaram e sobre estas a sucessão sedimentar é menos expressiva. Além da deformação associada à abertura da bacia, ocorrem falhas criadas pela deformação de pelo menos uma camada de sal, mapeada de forma parcial devido à qualidade dos dados, e que parece ter sido originalmente formada dentro da sucessão de estratos do rifte. A deformação produziu a migração de parte dessa camada de evaporitos para a sucessão pós-rifte, na forma de diápiros e línguas de sal (*salt tongues*) (Figs. 32 e 33).

Figura 32 – Seção sísmica 0250-0378 (*dip*), localizada na região central do Platô de Pernambuco. Na região distal do Platô de Pernambuco, também ocorre uma deformação associada a movimentação de ao menos uma camada de sal (azul), identificada dentro dos depósitos da tectonossequência rifte. Detalhe para o aumento do mergulho e da curvatura dos planos das falhas normais em direção a região distal do Platô de Pernambuco. Escala vertical em tempo (segundos).



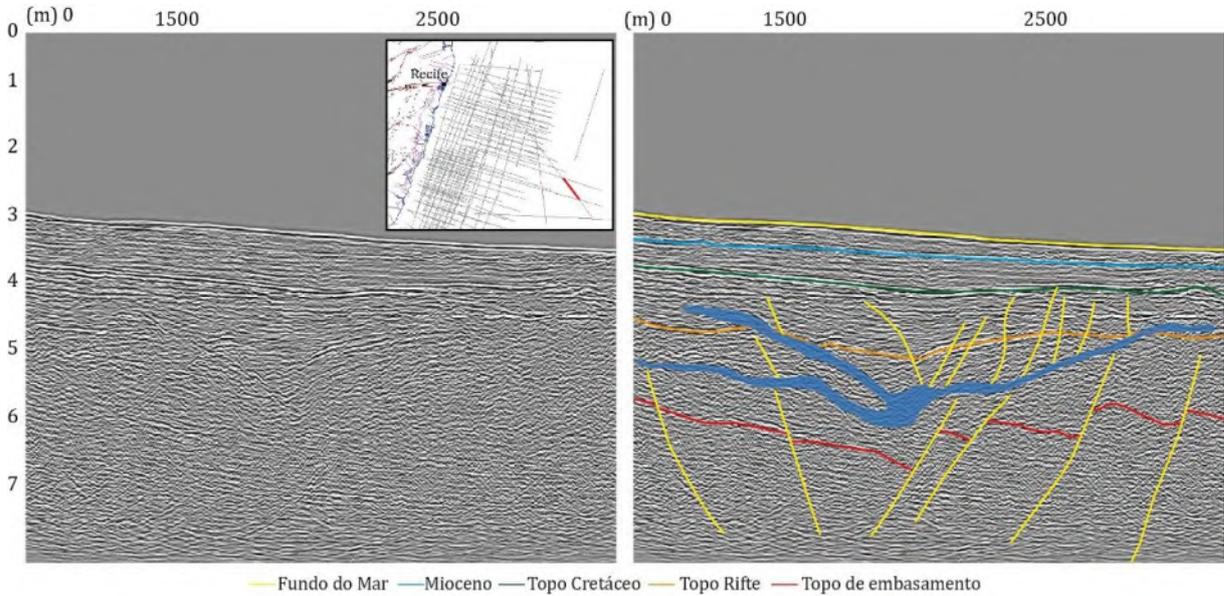
Fonte: O autor (2022).

Os planos de falha NE-SW, segundo o mapa de polígonos de falha interpretado (Fig. 31), apresentam componente de rejeito predominantemente normal que pode alcançar uma magnitude de 2s de deslocamento (Figs. 32 e 33). No entanto, foram observadas feições sugestivas de falhas oblíquas associadas a variações laterais abruptas de refletores, magnitude de rejeito variável ao longo do mesmo plano de falha e mudanças na espessura do refletor através do plano de falha. Estas feições podem indicar a presença de um rejeito direcional (Fig. 34). Na região central do Platô de Pernambuco, também foram interpretados corpos salinos autóctones e alóctones associados aos principais depocentros da BPE (Fig. 33). As falhas com padrão NE-SW foram identificadas com maior frequência próximas a ZCPE, na região sul da Bacia Pernambuco, próximo ao limite com a Bacia de Alagoas e na região central do Platô de Pernambuco (Fig. 31). Próximo a ZCPE, os planos de falha associados ao *trend* NE-SW, apresentam uma rotação ao encontro da direção da ZCPE (Fig. 31).

O *trend* estrutural NW-SE, apresenta uma componente de rejeito predominante direcional. Nas seções sísmicas analisadas a componente de rejeito normal pode atingir apenas 0,2 s. Os valores de rejeito observados nas falhas deste *trend* apresentam valores menores em relação ao conjunto de falhas NE-SW. Estas últimas, juntamente com o *trend* NNE-SSW, aparentemente, tiveram um papel importante na abertura de espaço de acomodação da bacia. Os planos de falha NW-SE, são subverticalizados com mergulho variável, para SW e para NE. Estes formam *clusters* com uma componente de rejeito predominantemente transcorrente, com uma pequena componente normal de movimento segundo a análise dos rejeitos verticais aparentes (Fig. 35).

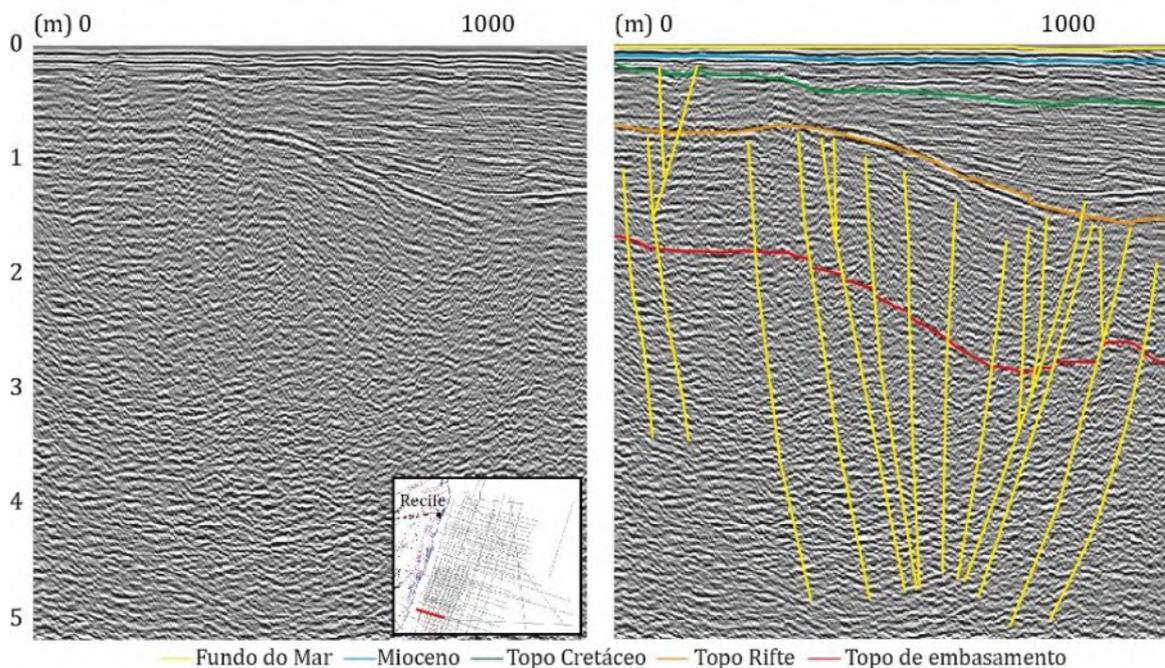
O terceiro *trend* estrutural, apresenta direção principal NNE-SSW, é paralelo a direção preferencial da Bacia Pernambuco, e são planos que apresentam uma componente de rejeito predominantemente normal, que podem apresentar até cerca de 1,5s de deslocamento. Este *trend* estrutural também foi responsável por gerar espaço de acomodação em conjunto com o *trend* NE-SW durante a fase rifte da BPE (Fig. 36).

Figura 33 – Detalhe para conjunto de falhas (amarelo) com orientação preferencial NE-SW com rejeito predominante normal na região distal do Platô de Pernambuco. Detalhe para a variação de mergulho dos planos de falha na região distal da Bacia Pernambuco. A camada de sal formada dentro da seção rifte, sofreu deformação e migração (camadas em azul). Escala vertical em tempo (segundo).



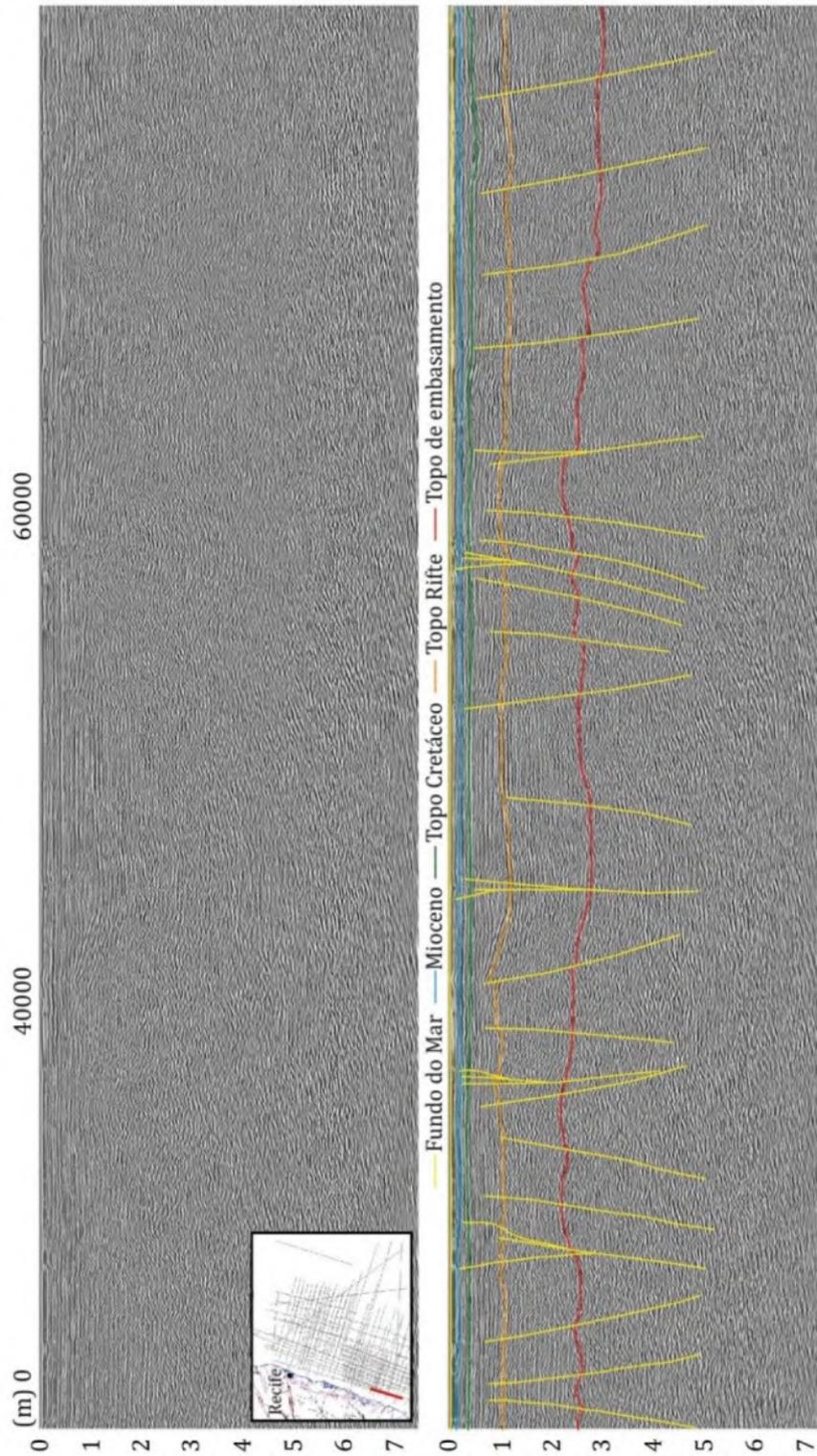
Fonte: O autor (2022).

Figura 34 – Trecho da seção 0250-0383, localizada na região plataformal da BPE. Detalhe de um graben formado por falhas normais, sintéticas e antitéticas com direção NE-SW. O padrão de sismofácies TSq 1 apresentam intenso basculamento devido a movimentação dos planos de falha do rifte. Escala vertical em tempo (segundo).



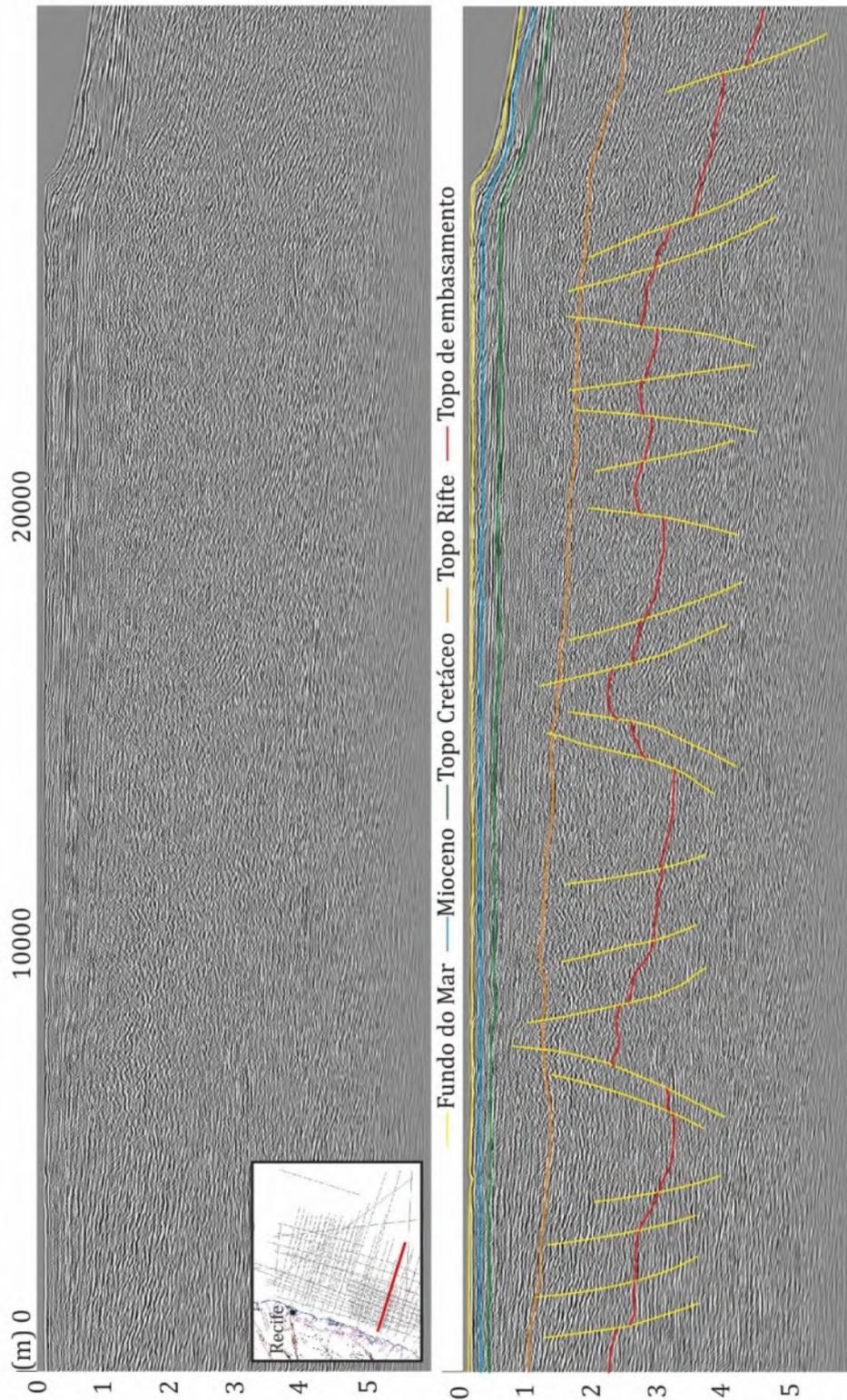
Fonte: O autor (2022).

Figura 35 – Trecho da seção 0250-0351 (*strike*), localizada na porção sul da Bacia Pernambuco. Destaque para conjunto de falhas interpretadas como oblíquas (amarelo), e *trend* principal NW-SE com rejeito predominantemente direcional. A componente de rejeito normal presente no *trend* NW-SE apresenta menor expressão em relação as falhas NE-SW. Escala vertical em tempo (segundo).



Fonte: O autor (2022).

Figura 36 – Seção sísmica 0250-0382, localizada no setor sul da Bacia Pernambuco. Destaque para conjunto de falhas normais, sintéticas e antitéticas (amarelo), com *trend* preferencial NNE-SSW com rejeito predominante normal formando os principais grabens e horts na região plataformal da Bacia Pernambuco. Escala vertical em tempo (segundos).



Fonte: O autor (2022).

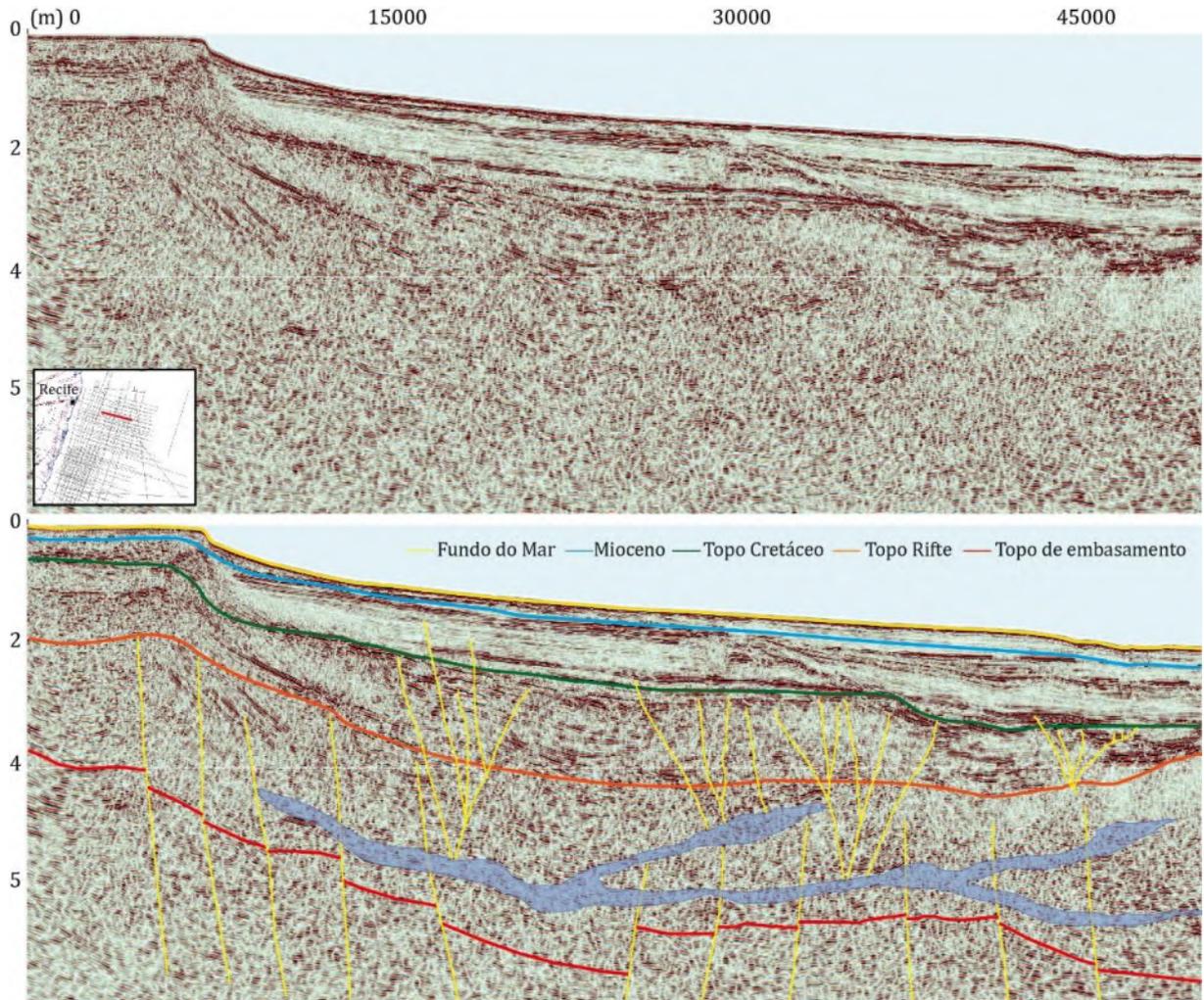
3.3.2.2 Tectônica de Sal

O estudo das seções sísmicas também permitiu o mapeamento de corpos relacionados a pelo menos uma camada de evaporitos depositada na região do Platô de Pernambuco. O principal aspecto relacionado ao delineamento de corpos de rocha evaporítica é a existência de sistemas de falhas que deformaram as unidades cretáceas e cenozóicas drifte. Além disso, o estilo de deformação é característico de tectônica de sal, com a formação de *rollovers*, falhas lítricas com descolamento em almofadas de sal, e a formação de pequenas bacias de deposição devido ao basculamento e dobramento de estratos mais jovens - deposição sin-deformação (Mohriak et al., 2008; Jackson & Hudec, 2017). O topo da camada evaporítica é representado por uma anomalia de forte amplitude o que permitiu o mapeamento desta feição em várias seções sísmicas que compõem o conjunto de dados sísmicos da pesquisa (Figs. 37 e 38). Em vários locais na região do Platô de Pernambuco, o topo da camada de sal, foi mapeado em profundidades em torno de 3 a 5 segundos. A camada de evaporitos mapeada recobre uma área de aproximadamente 7.000 km². As ocorrências mais expressivas da camada evaporítica na BPE estão localizadas na região distal do Platô de Pernambuco, sobre seus principais depocentros, e seus limites são as bordas dos principais altos estruturais externos: altos de Gaibú e de Itamaracá (Fig. 29). Provavelmente não houve deposição de evaporitos sobre os altos, como no caso do Alto de Gaibú, porque estes atuaram como paleoaltos desde o início de abertura da bacia (Magalhães et al., 2014; Buarque et al., 2016). A camada de sal autóctone está posicionada no limite entre as tectonossequências TSq1 e TSq2, sucessão de estratos depositados nas duas fases rifte da Bacia de Pernambuco (Fig. 26). Ela apresenta espessura variável e em alguns locais apresenta comportamento alóctone (Fig. 34). Em algumas regiões ocorrem corpos que aparentam estar desconectados da camada "mãe" original (Figs. 37 e 39). Em outros locais, no entanto, a camada original apresenta diápiros e almofadas, e esta encontra-se deformada pelo processo de rifteamento, e posterior sobrecarga criada pela deposição da sucessão pós-rifte (Figs. 38 e 39). A camada de evaporitos apresenta geometria complexa, com estruturas de diápiro, almofadas de sal (*salt pillows*), línguas de sal e gotas de sal (*salt teardrop*). De forma geral o padrão de sismosfície interno da camada de evaporitos apresenta configuração interna *free* a fracamente caótico em alguns trechos. Embora o topo da camada de evaporito apresente de forma geral um refletor de boa continuidade e alta amplitude, a continuidade da camada e a definição de sua espessura apresenta desafios devido ao fato de que esta representa uma camada delgada na maior parte da área mapeada. Além disso, embora seja possível mapear a base da camada de sal em

alguns locais, a extrusão lateral de baixo ângulo de corpos de sal, criou situações em que aparentemente existe mais de uma camada, e quanto mais profunda a feição mais difícil sua interpretação devido à quantidade de ruído e baixa resolução dos dados sísmicos. Os efeitos de atenuação produzidos pela própria camada de evaporitos, e a complexidade da geometria representam dificuldades adicionais para o delineamento destes corpos. Em alguns locais do mundo, onde camadas evaporíticas foram amostradas através de poços estratigráficos, o padrão *free* é associado a corpos salinos homogêneos, principalmente ricos em halita, poucos estratificados (Gauillier et al., 2014). Por outro lado, o padrão de sismofácies caótico, pode significar que a camada salina apresenta intensa estratificação envolvendo sais de diferentes composições químicas (Gauillier et al., 2014). O padrão mais frequente encontrado na camada de sal da Bacia de Pernambuco sugere que a natureza destas rochas seria menos estratificada com predominância de halita.

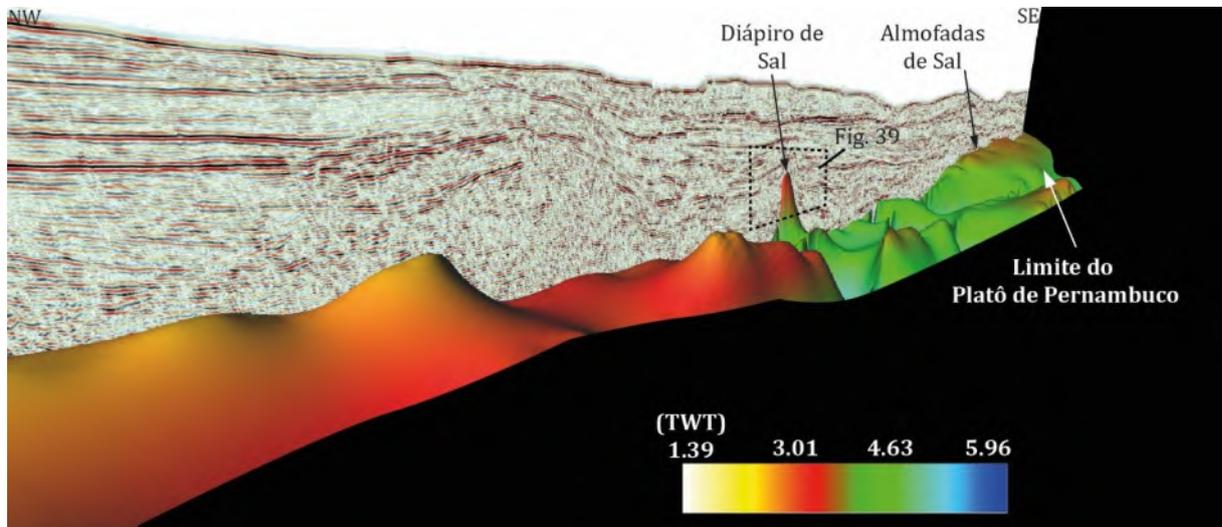
A comprovação da existência de evaporitos a partir de futuras sondagens que podem ser realizadas na região *offshore* da BPE poderá comprovar a relação temporal entre a bacia de sal de idade neoptiana que ocorre nas bacias da margem leste e os evaporitos encontrados no Platô de Pernambuco.

Figura 37 – Seção VB00_214, localizada na região norte do Platô de Pernambuco. A interpretação da camada de evaporitos relaciona o efeito de deformação nos estratos drift, criado pela migração dos corpos de evaporitos (polígonos em azul). A camada é delgada em alguns trechos, e foi afetada pela propagação das falhas do rifte e o basculamento dos estratos e do embasamento. Escala vertical em tempo (segundo).



Fonte: O autor (2022).

Figura 38 – Modelo da superfície da camada de evaporitos na região do Platô de Pernambuco, elaborado a partir do mapeamento nas seções 2D. Conforme demonstrado a partir do posicionamento da seção 0250-0378, localizada na região central do Platô de Pernambuco, é possível ver o efeito da movimentação de sal dentro da estruturação dos depósitos pós-rifte e drifte, com a formação de diápiros e almofadas de sal. Detalhe para a localização da Figura 39 que mostra o detalhe do diápiro de sal mapeado na região do Platô de Pernambuco. Escala vertical da linha sísmica em tempo (segundo).



Fonte: O autor (2022).

Em algumas seções sísmicas foi constatado que a base da camada de sal apresenta deformação criada pelo movimento das falhas do rifte, o que indica que esta foi depositada e posteriormente foi deformada e segmentada pelas falhas e pela alteração da geometria das camadas durante a fase albiã do rifte (Fig. 39). A camada de sal foi afetada pelas falhas normais, principalmente as que possuem trend NNE-SSW, e que apresentam geometria em dominó devido ao efeito de distensão crustal, durante o rifte (Fig. 39). A movimentação do sal, entre os estratos basculados do rifte, e a sua segmentação pela propagação de falhas da seção rifte, demonstra a relação sindeposicional com pelo menos parte da sucessão do rifte (Hudec & Jackson, 2007) (Fig. 39).

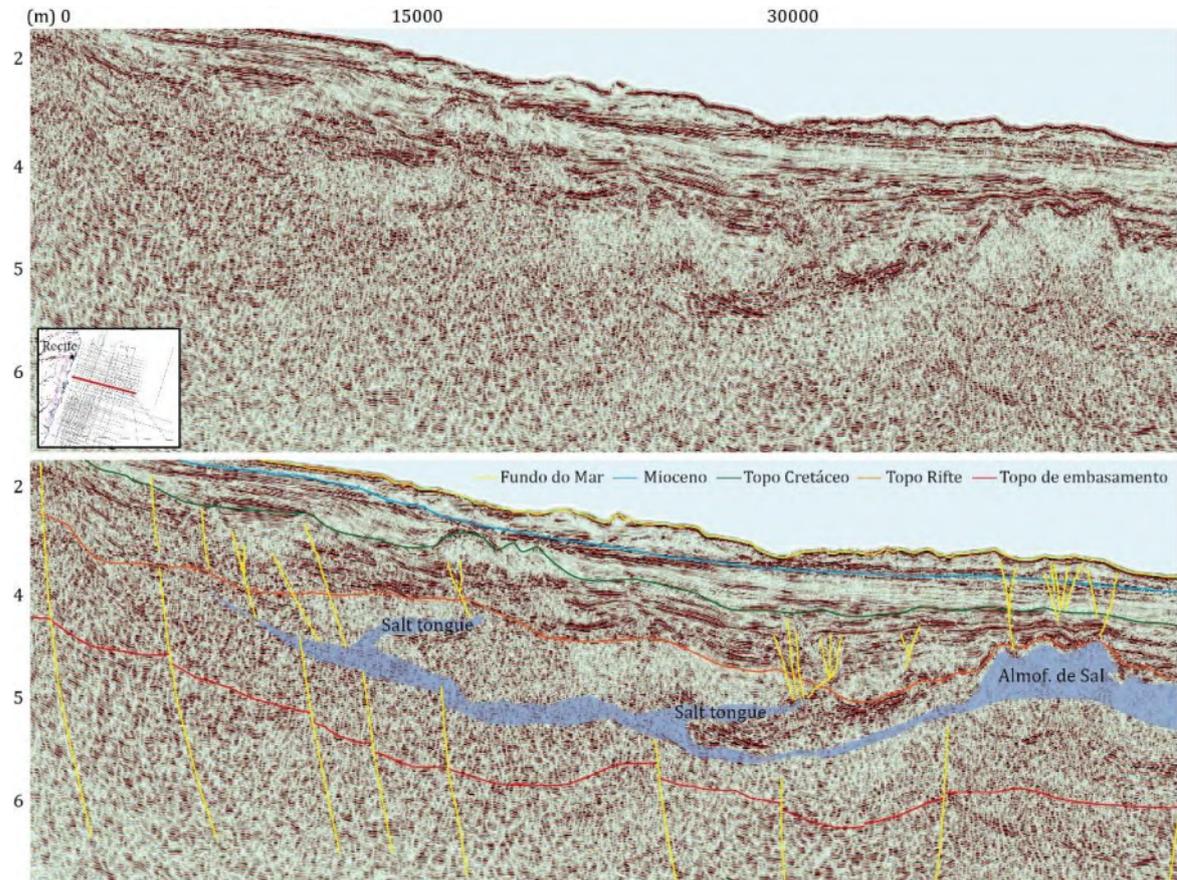
A deformação da camada de sal encontrada dentro da sucessão rifte da BPE produziu o deslocamento de corpos delgados de sal de forma oblíqua e horizontal ao acamamento dos depósitos das fases pós-rifte e drifte. Este processo criou o efeito de que em alguns locais observa-se uma camada mais antiga, cuja base apresenta maior continuidade, e uma camada mais jovem, com forma irregular e descontínua. Por isso, em alguns locais as evidências sugerem a presença de duas camadas de evaporitos, que representam na verdade a camada “mãe” autóctone, e camadas de sal alóctones, conectadas ou não, que foram criadas pelo

processo de migração lateral e vertical dos evaporitos. A intrusão lateral, ou subvertical de *salt sheets* e de *salt tongues*, produziu camadas delgadas que se posicionaram de forma oblíqua aos depósitos do rifte e aos depósitos do Cenozoico drifte (Fig. 39).

Conforme mencionado antes, a deformação criou estruturas como diápiros e almofadas de sal, que alcançaram altura de até cerca de 2,3 segundos (Fig. 39). A migração dos diápiros e a deformação causada pela formação das almofadas de sal, chegou a afetar os refletores associados as tectonossequências TSq.2 e TSq.3, indicando que o sal continuou se movimentando durante o Cenozóico. A movimentação do sal permitiu que fossem geradas pequenas bacias entre os diápiros de sal com profundidades que podem alcançar até 4,8 segundos. Camadas de sal alóctones, como *salt sheets* e estruturas do tipo *salt teardrop* também foram mapeadas (Figs. 39 e 40).

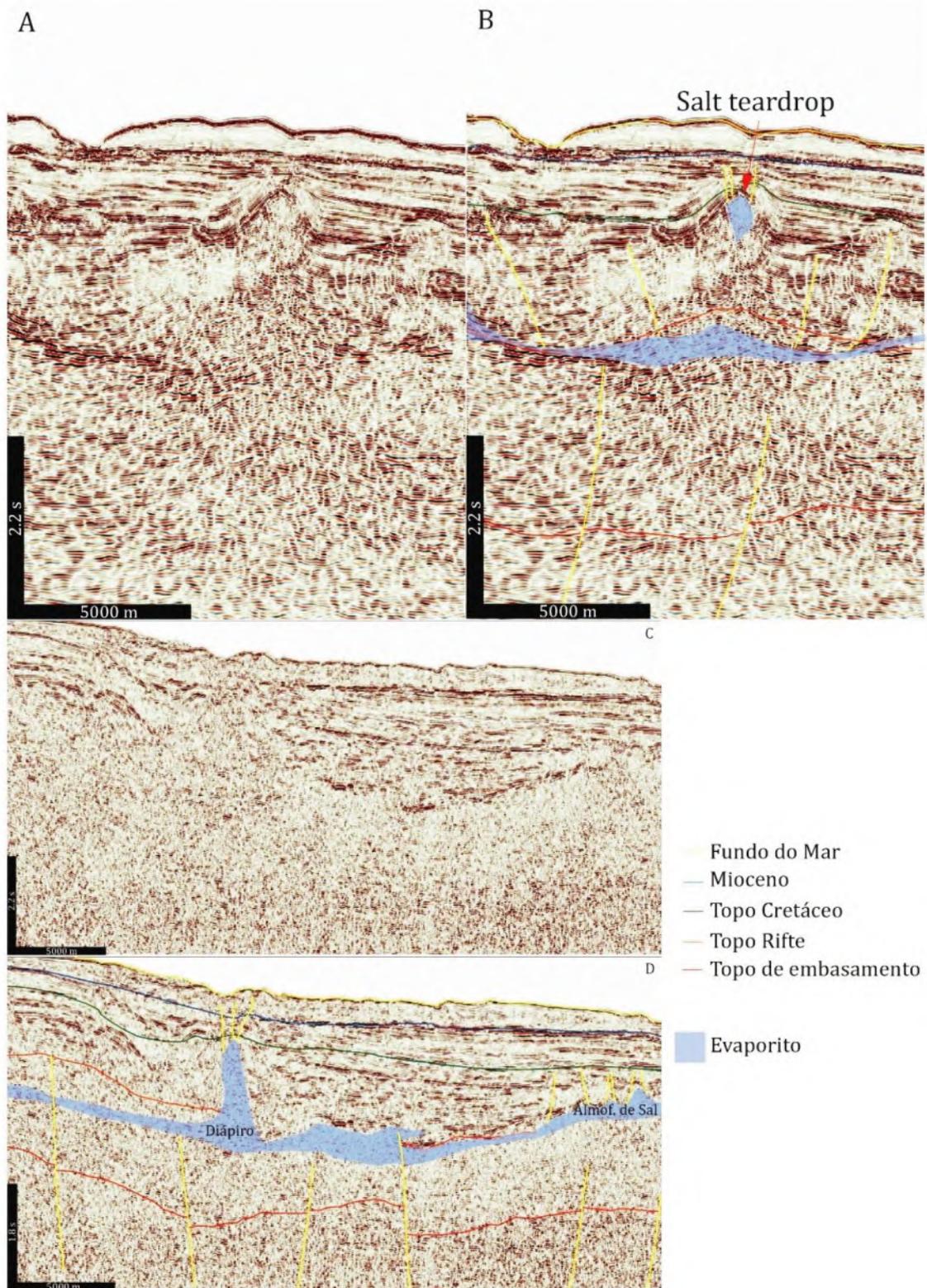
O estilo dos planos de falha formados pela deformação da camada de sal apresenta componentes com cinemática contracional e extensional, de alto e baixo ângulo. A tectônica de sal é em geral reconhecida pela presença de falhas lítricas ou planares com componente rotacional e que normalmente “descolam” no topo da superfície que marca o topo da camada de sal. A propagação destas falhas a partir da superfície de descolamento se estendeu em algumas áreas até os estratos de idade Recente que fazem parte do atual assoalho oceânico.

Figura 39 – Linha sísmica (Dip) localizada domínio sul da área de estudo, na região do Platô de Pernambuco. Exemplos de feições de deformação (dobras, falhas, *roll overs*) detectadas em seções sísmicas, que indicam a influência de estruturas criadas pela migração de massas evaporíticas. Na seção sísmica, detalhe para a estrutura de *salt tongue* e as almofadas de sal na região norte do Platô de Pernambuco, linha 0250-0371. Escala vertical em tempo (segundo).



Fonte: O autor (2022).

Figura 40 – Exemplos de feições de deformação relacionadas a movimentação de corpos de sal alóctone detectadas em seções sísmicas na região central do Platô de Pernambuco, que indicam a influência de estruturas criadas pela migração de massas evaporíticas. A e B) Estrutura do tipo *salt teardrop* (gota de sal); e C e D) Diápiro de sal, com falhas associadas a uma estrutura do tipo graben de crista, que chegaram a alterar a morfologia do fundo marinho.



Fonte: O autor (2022).

3.3.2.3 *Eventos de Reativação Pós-Rifte*

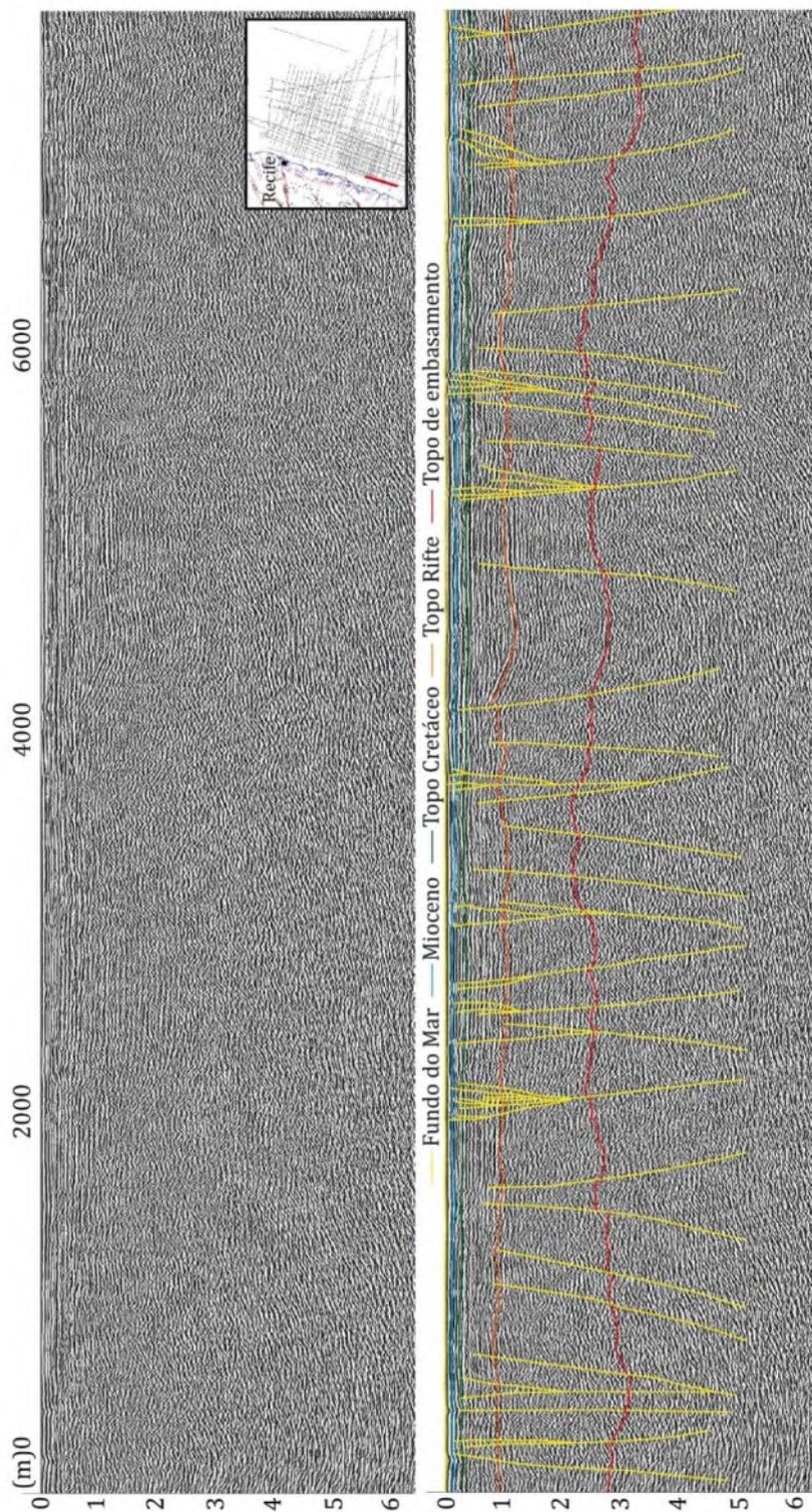
Conforme mencionado anteriormente, a região estudada possui evidências coletadas na região *onshore* das bacias marginais e embasamento adjacente de processos de reativação tectônica pós-rifte (Bezerra et al., 2014; Lima et al., 2016; Correia Filho, 2017; Correia Filho et al., 2019; Bezerra et al., 2020). Estas reativações tectônicas tiveram início no Cretáceo, e se estenderam por todo o Cenozoico até o Recente (Morais Neto & Alkmim, 2001; Peulvast & Bétard, 2015; Bezerra et al., 2020). A interpretação dos dados sísmicos permitiu reconhecer feições criadas por processos de reativação estrutural das falhas da seção rifte ancoradas no embasamento que apresentaram uma propagação até o topo da tectonossequência miocênica (TSq.3), e frequentemente condicionaram a morfologia do fundo oceânico.

A análise das seções sísmicas da região *offshore* da plataforma continental da BPE, permitiu identificar os efeitos causados por pulsos de reativação tardios, que afetaram as estruturas pré-existentes do rifte. As falhas normais (NNE-SSW e NE-SW), e oblíquas (NW-SE), foram reativadas como falhas transpressionais e transtensionais (Fig. 41). A interpretação constatou a ocorrência de estruturas associadas a regime transpressivo/transtensivo, que resultou principalmente na formação de estruturas do tipo flor, tanto positivas quanto negativas nos estratos da tectonossequência drifte (Fig 41).

Em alguns locais constatou-se o efeito de inversão do rejeito de planos de falha normais, criadas pela fase rifte da BPE. Devido ao efeito de acomodação dos esforços ao longo dos planos de falha, em períodos distintos, observou-se que no mesmo plano pode ocorrer uma componente de rejeito aparente normal, e outra que indica rejeito reverso (Figs. 41 e 42). Outro aspecto é a ocorrência de diferentes montantes de deslocamento aparente dos rejeitos em um mesmo plano de falha. Conforme mostrado na Figura 41, vários planos de falha do rifte, apresentam propagação, e atingiram os depósitos do Cenozoico Superior e Quaternário.

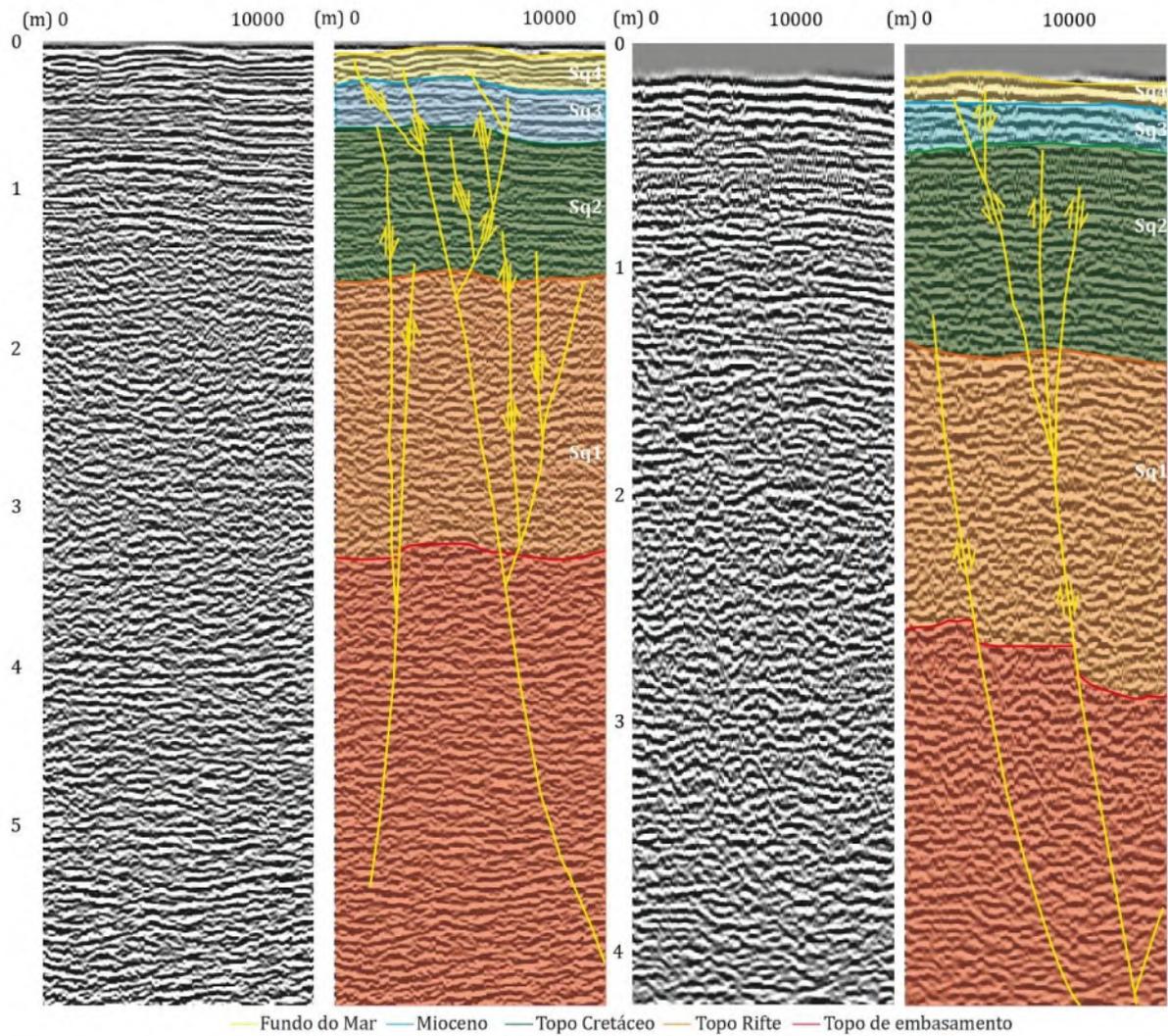
As Figuras 42 e 43 mostram exemplos de estruturas do tipo flor, positiva e negativa, respectivamente. De forma geral, este padrão de falhas está associado à formação de sistemas em forma de cunha. A concavidade da cunha, pode ser voltada para baixo ou para cima, e está associada a uma falha principal profunda, que pode ter sua origem ligada ao embasamento cristalino. A zona de cunha pode ser formada por várias falhas sintéticas e antitéticas ao plano de falha principal, que podem apresentar uma cinemática variada, ou seja, com predomínio de falhas reversas e normais em relação a cinemática geral da estrutura em flor (Figs. 42 e 43).

Figura 41 – Seção sísmica 0250-0351, apresenta posicionamento *strike* em relação a BPE, e está localizada na região plataformal sul da BPE. Observa-se falhas do rifte relacionadas ao embasamento, e a existência de sistemas de falhas resultante das primeiras, que afetaram depósitos das fases pós-rifte e drifte. A reativação de falhas que conformaram a tectonossequência rifte, deu origem a várias estruturas do tipo flor, negativas e positivas. Escala vertical em tempo (segundo).



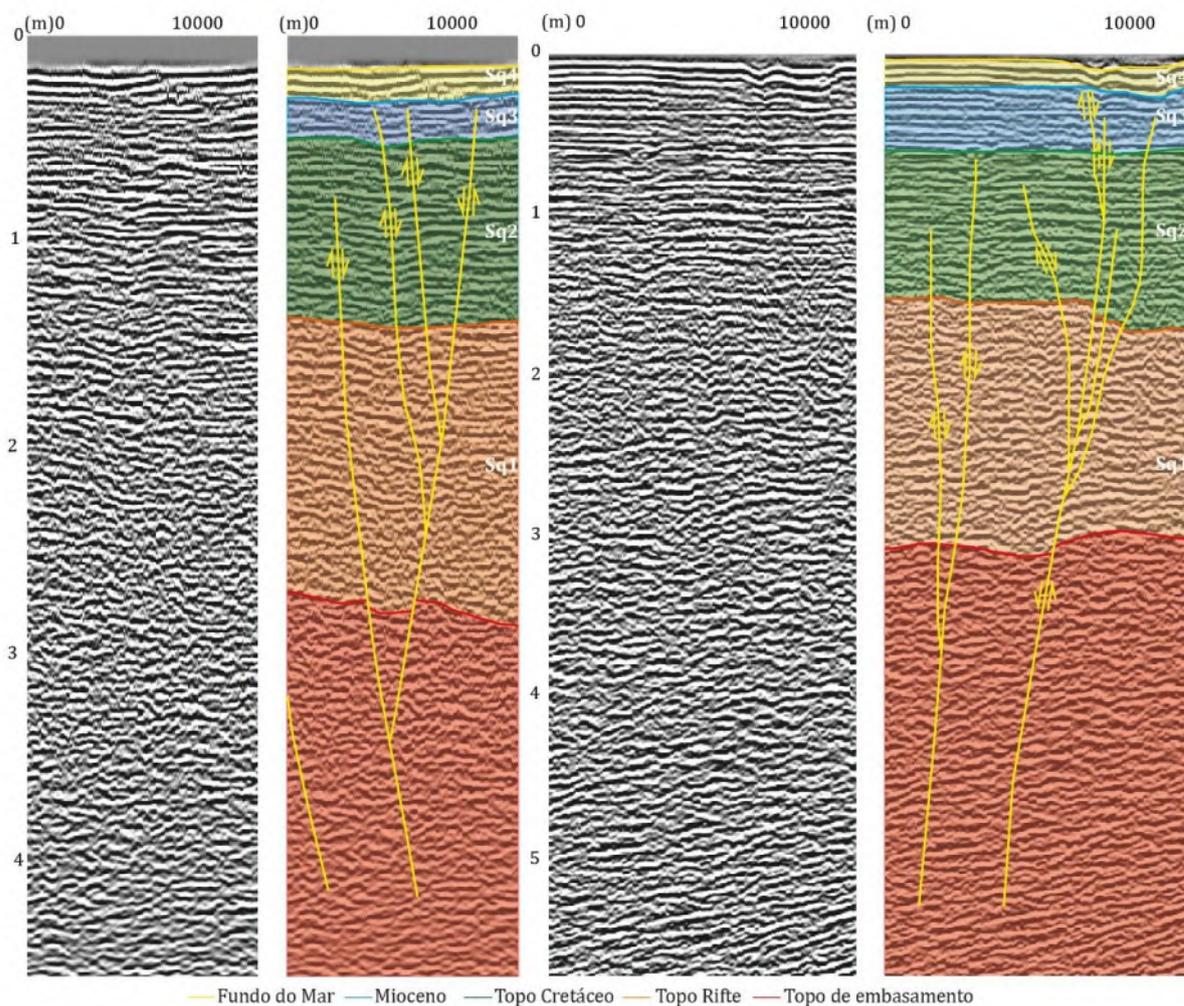
Fonte: O autor (2022).

Figura 42 – Detalhe de estruturas em flor positivas relacionadas a reativação tectônica de falhas do embasamento que controlaram a formação da seção rifte na Bacia Pernambuco. A) seção localizada na região plataformal sul da Bacia Pernambuco, e B) seção localizada na região plataformal norte da Bacia Pernambuco. Escala vertical em tempo (segundo).



Fonte: O autor (2022).

Figura 43 – Exemplos de reativação de falhas do rifte que deram origem as estruturas do tipo flor negativa. A formação desses sistemas de falhas está relacionada a reativação transcorrente de falhas ancoradas no embasamento. Escala vertical em tempo (segundo).

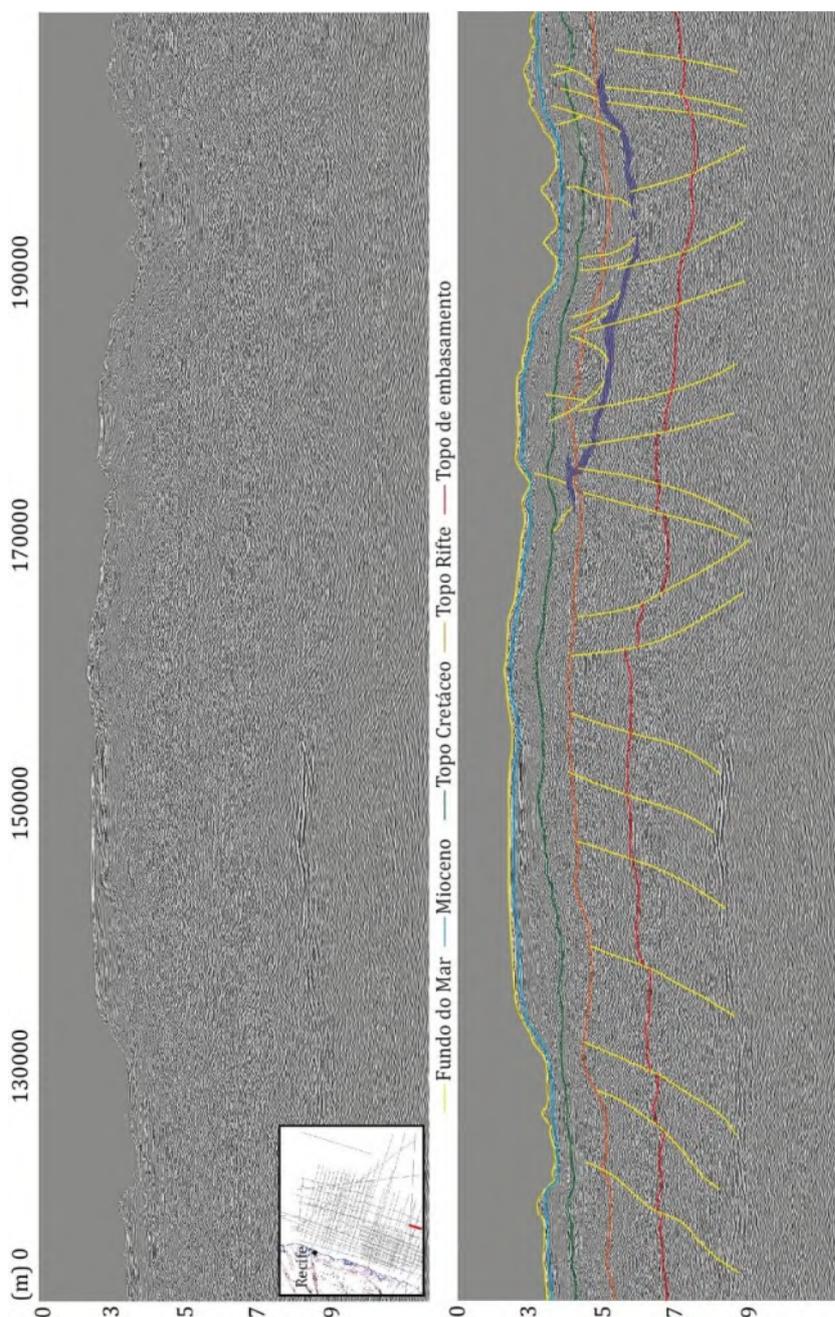


Fonte: O autor (2022).

Na região da Bacia Pernambuco, os planos de falhas produzidos pelo efeito de reativação apresentam alto ângulo, com sentido de mergulho variável. As falhas mais jovens afetaram os estratos do Cenozoico, e criaram feições no leito oceânico, reconhecidos como canais escavados sobre o leito oceânico. As falhas produzidas pelo efeito de reativação de estruturas relacionadas a fase rifte que ocorrem na região de estudo, no entanto, são mais representativas na região proximal da Bacia Pernambuco, até a quebra da plataforma. Conforme foi informado anteriormente, na região distal do Platô de Pernambuco, a maioria dos planos de falha localizados nas sucessões pós-rifte e drifte estão associados a movimentação da camada de sal. A baixa qualidade dos dados, e a limitação da profundidade de imageamento das seções disponíveis, impediu uma descrição mais detalhada sobre a formação de estruturas de reativação nas regiões distais das bacias estudadas, principalmente

nas proximidades dos principais depocentros, por exemplo. Além disso, abaixo da camada de evaporitos a resolução dos dados apresenta redução importante, e desta forma a maior parte das falhas e dobras identificadas estão relacionadas a deformação provocada devido a movimentação das camadas de evaporitos (Figs. 39 e 44).

Figura 44 – Seção sísmica VB00_011, localizada na região sul do Platô de Pernambuco. Interpretação de planos de falha que apresentam *trend* NW-SE na região distal do Platô de Pernambuco. Alguns planos de falha que afetaram estratos do pós-rifte Cretáceo e Cenozoico estão associados a movimentação da camada de sal (polígono em azul) que ocorre sobre os depocentros na região do platô. Escala vertical em tempo (segundo).



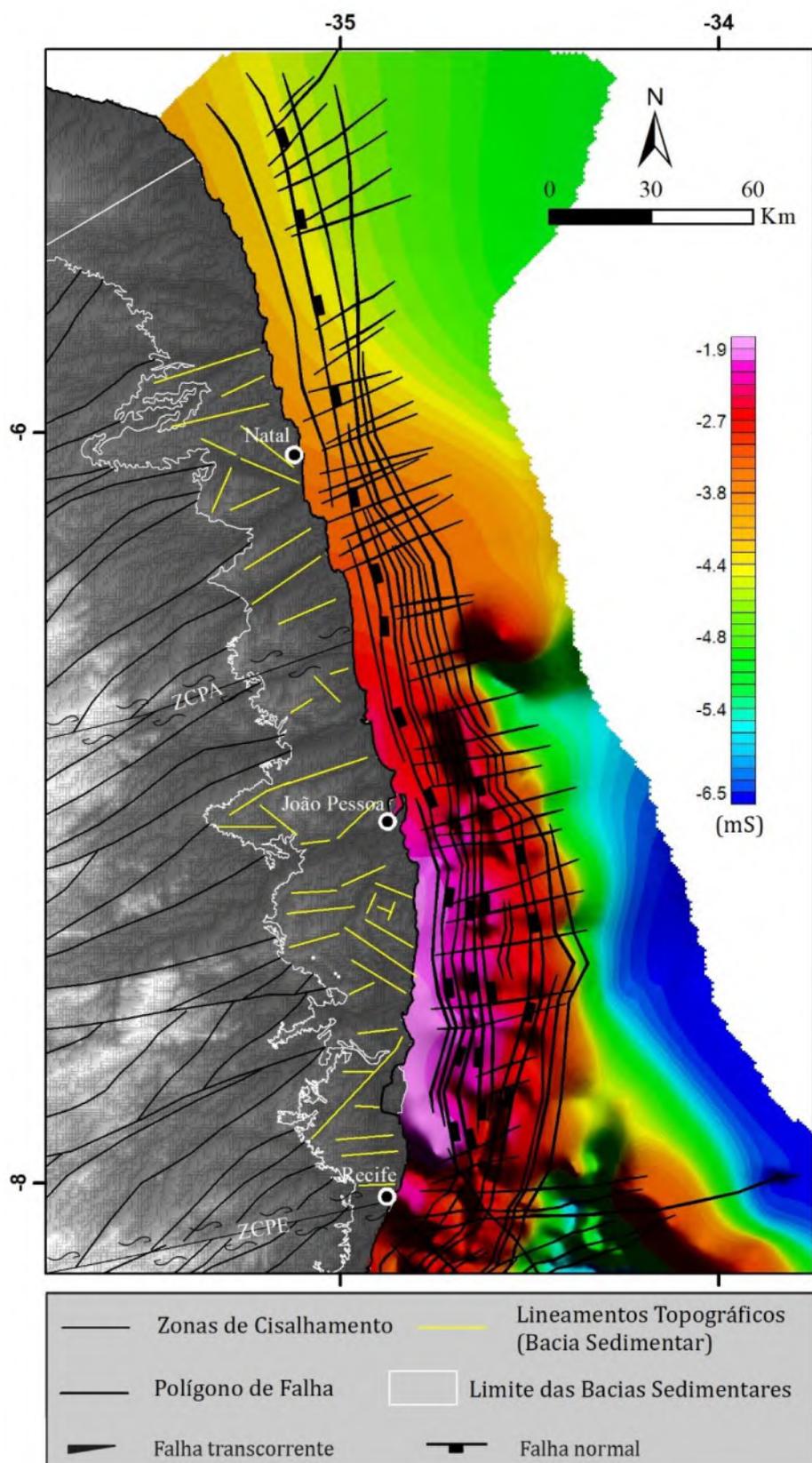
Fonte: O autor (2022).

Alguns planos de falha relacionados a estes eventos de reativação pós-rifte, não alcançaram a tectonossequência TSq3, e ficaram confinados ao topo da tectonossequência TSq2 (topo do Cretáceo). Estes planos fazem parte de um evento de reativação mais antigo, relacionado a charneira da Bacia Pernambuco, que possivelmente funcionou como uma espécie de “dobradiça” entre a região da bacia interna, e a região de crosta hiperestendida que forma o Platô de Pernambuco.

3.3.3 Interpretação de dados sísmicos da Bacia Paraíba e da Plataforma de Natal

As principais estruturas associadas à formação das bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal apresentam, rotação de sua direção em relação as estruturas observadas na Bacia de Pernambuco (Fig. 31). As principais falhas assumem uma orientação dominante NNW-SSE e NE-SW (Fig. 46). Apesar da cobertura sísmica nesta região ser escassa, foi possível realizar o mapeamento sísmico de várias falhas criadas pela deformação do embasamento em relação ao processo de rifteamento. Estas falhas, que abriram o espaço para a sedimentação da bacia, representam falhas normais, de baixa sinuosidade, em relação aos planos de falha que ocorrem na Bacia Pernambuco, e estas condicionaram a presença de *grabens* e *horsts* nesta região. Na região *onshore* do setor norte da área de estudo, o conjunto de falhas *trend* NW-SE, apresentam cinemática normal e representa o principal conjunto de estruturas mapeadas neste setor da área de estudo.

Figura 45 – Distribuição das falhas mapeadas no embasamento sísmico das bacias a norte da ZCPE. Detalhe para a continuidade dos lineamentos interpretados no continente em relação as estruturas que ocorrem na região *offshore* destas bacias.



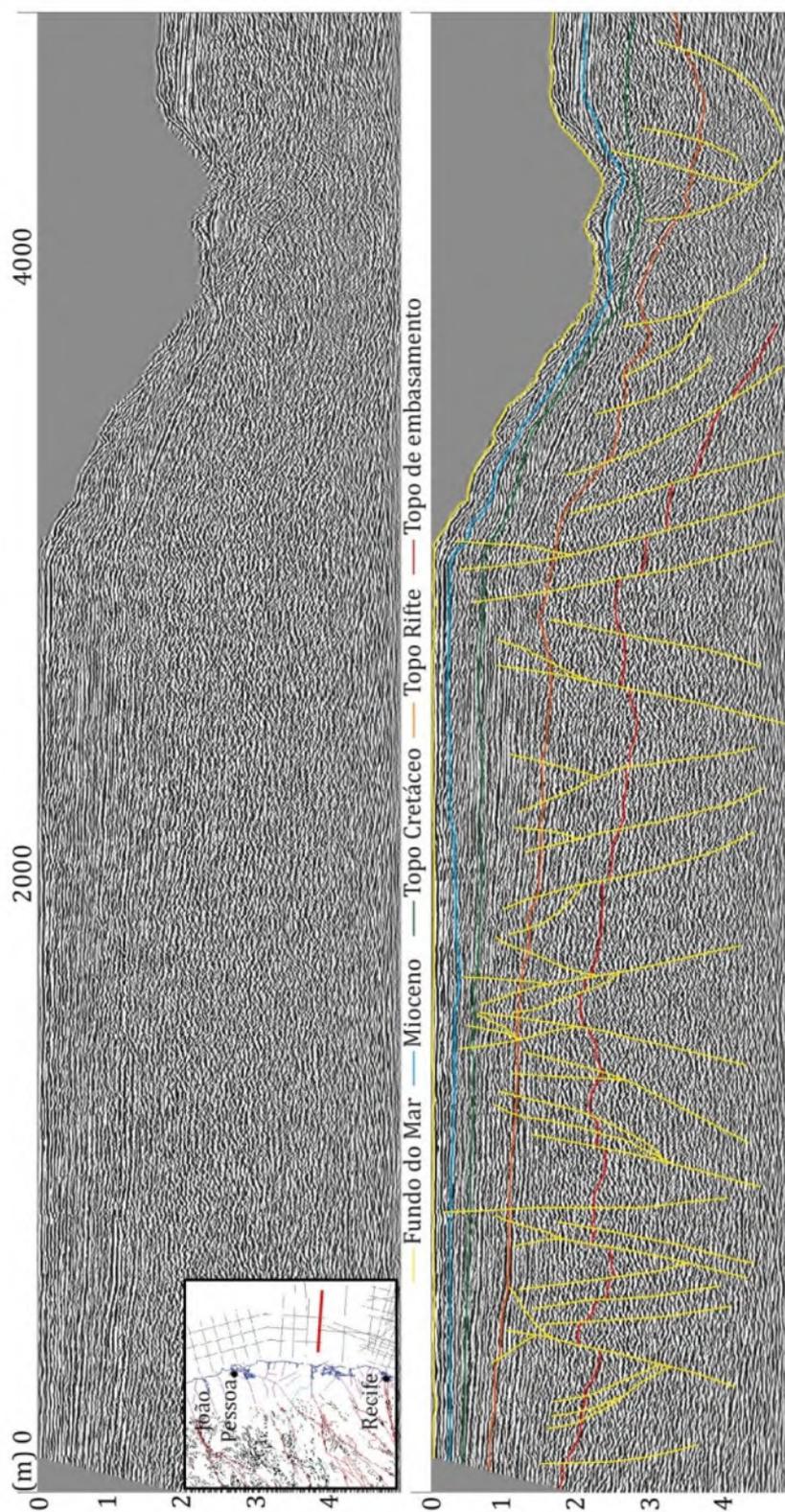
Fonte: O autor (2022).

Os aspectos geométricos dos planos de falha do *trend* estrutural NW-SE mapeados revelaram que esses planos apresentam mergulho alto a moderado, e de forma geral representam planos de falhas com rejeitos normais mais expressivos em relação ao *trend* estrutural NE-SW. O efeito da distensão gerou um estilo geral escalonado voltado para leste, com a presença de falhas antitéticas com o sentido de mergulho voltado para SW (Figs. 45 e 46).

Um segundo conjunto de falhas mapeado na região apresenta *trend* NE-SW. Estas estruturas possivelmente foram criadas pelo evento rifte, e são paralelas as antigas zonas de cisalhamento reconhecidas na região *onshore* da PB (Figs. 45 e 47). Estas falhas, em geral, apresentam um mergulho alto, e o sentido de mergulho pode variar de NW até SE. O rejeito associado aos planos de falha deste *trend* é bem pequeno e pode alcançar cerca de 1 ms entre os refletores que marcam os topos das tectonossequências. É possível que esta família de falhas tenha atuado como falhas de transferência neste trecho da margem a partir dos esforços extensionais rifte.

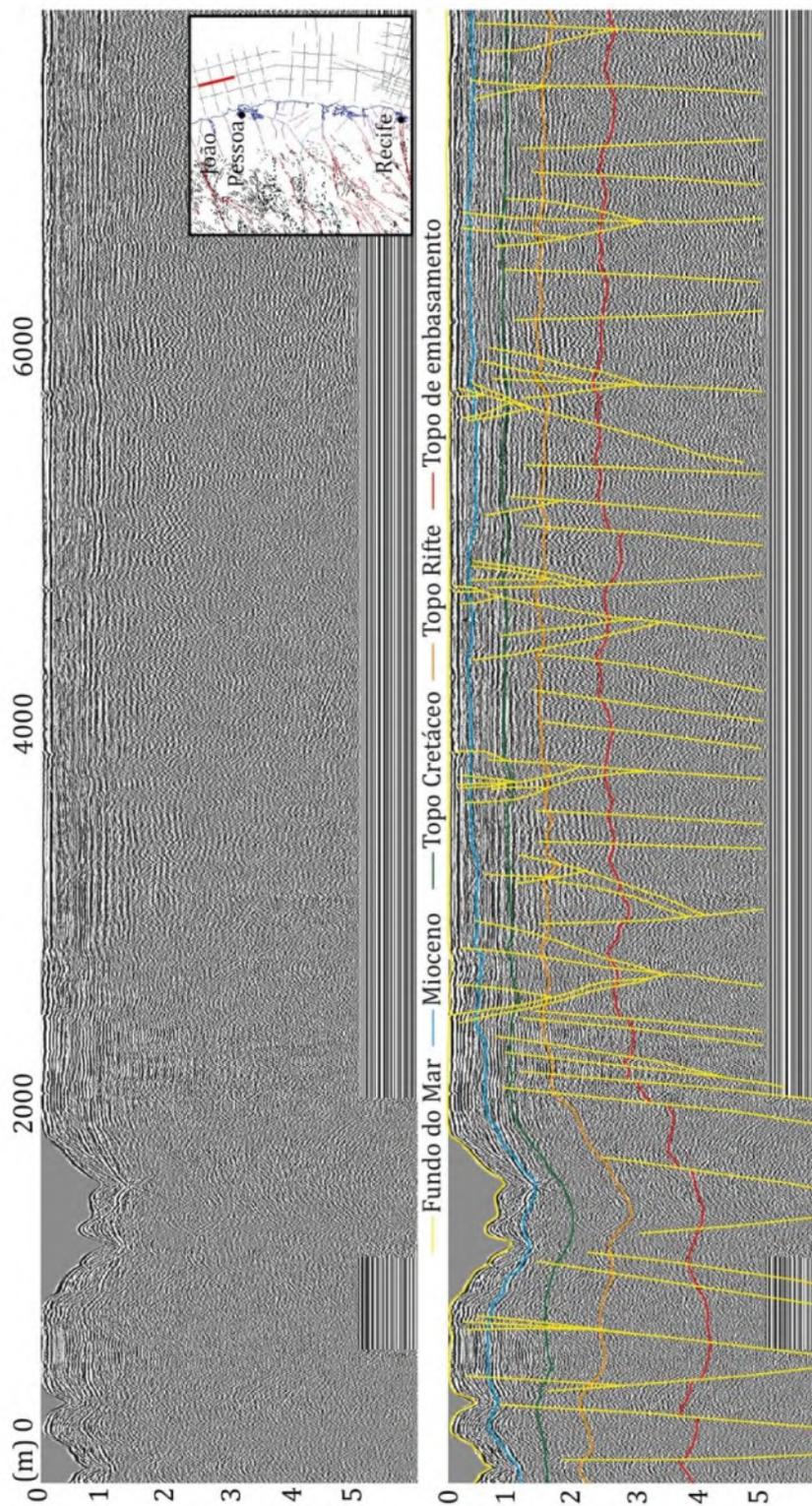
Na região plataformal estes planos de falha de eventos pós-rifte controlaram a morfologia de fundo marinho, e a localização de canais escavados na plataforma durante regressões marinhas do Quaternário (Figs. 47, 48 e 49).

Figura 46 – Trecho da seção sísmica 0048-0598, localizada na região plataformal sul da Bacia Paraíba. A maioria das falhas em amarelo, principalmente os planos que afetam o refletor que marca o topo do embasamento, representam planos de falhas com direção NW-SE, com rejeito predominante normal. Escala vertical em tempo (segundos).



Fonte: O autor (2022).

Figura 47 – Trecho da seção sísmica 0048-0603, localizada na região de transição entre a plataforma e o talude da Bacia da Paraíba. A maior parte das falhas associadas ao embasamento (em amarelo) apresenta direção NE-SW. As falhas controlaram o rifte, e apresentam propagação dentro das seções pós-rifte e drifte, exibindo um conjunto de planos de falha com geometria em flor. Escala vertical em tempo (segundos).



Fonte: O autor (2022).

Figura 48 - Seção sísmica 0250-0352 (*strike*, paralela a linha de costa), localizada na região sul da plataforma da Bacia Paraíba. A interpretação mostra a existência de falhas (amarelo) principais do embasamento que possuem *trend* NE-SW, e os planos de falhas, *splays*, produzidos pela reativação transcorrente que criou estruturas do tipo flor. Escala vertical em tempo (segundos).

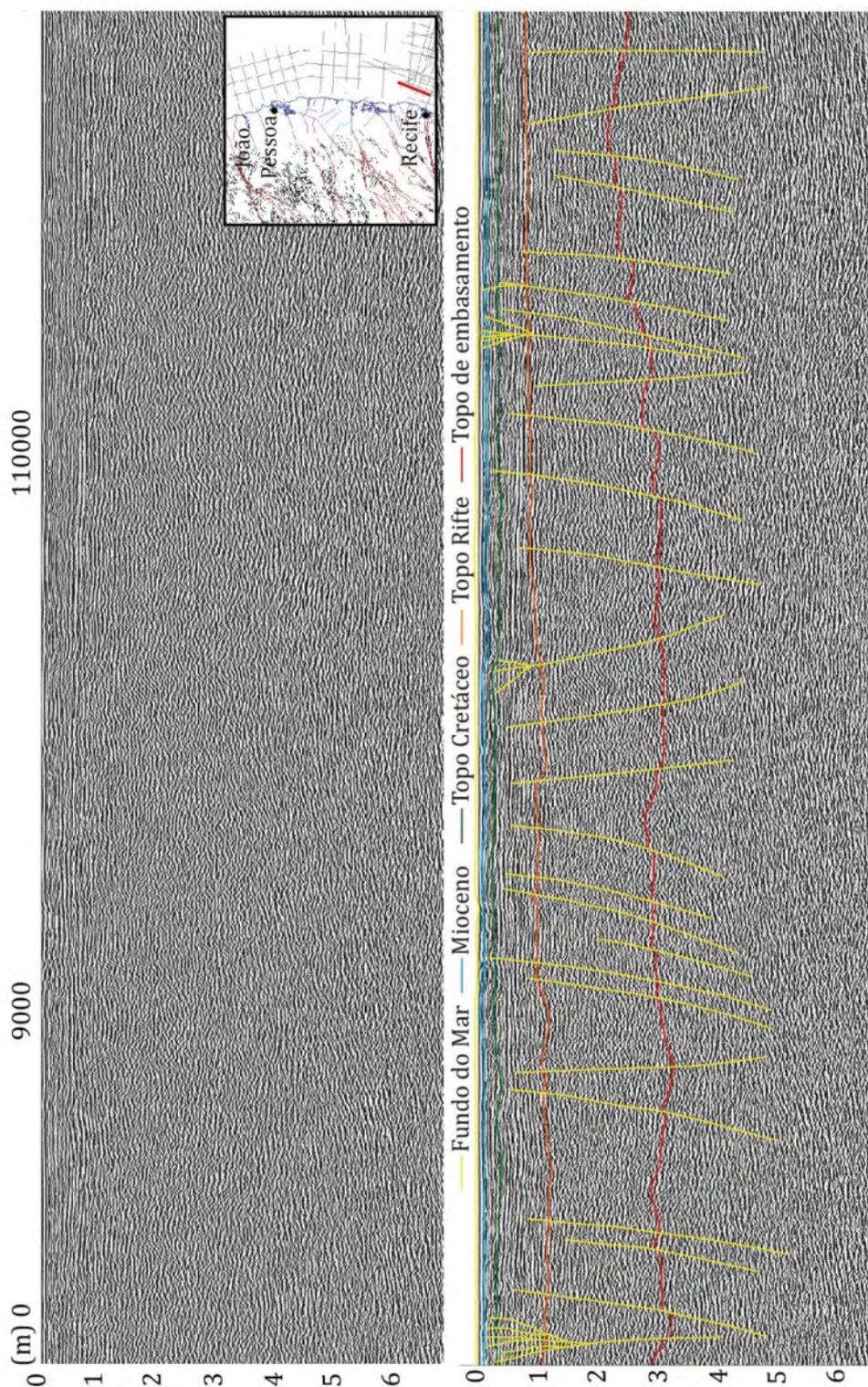
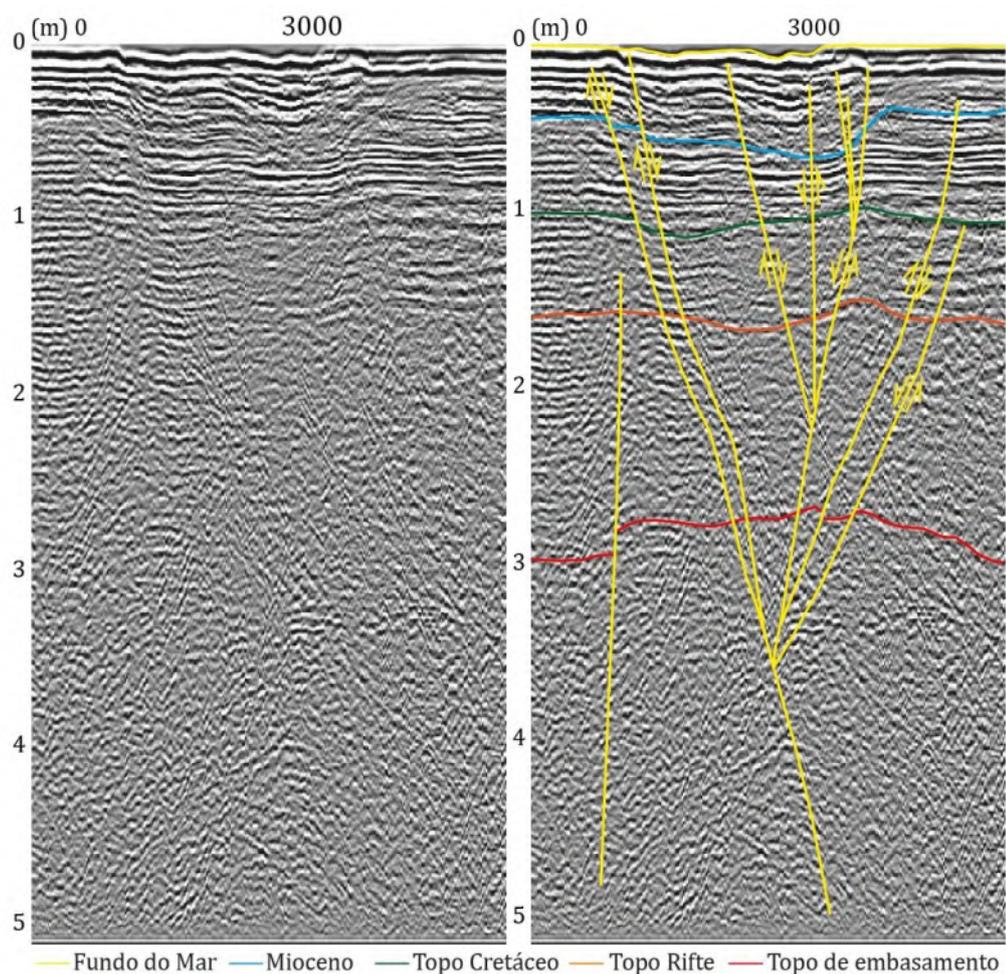
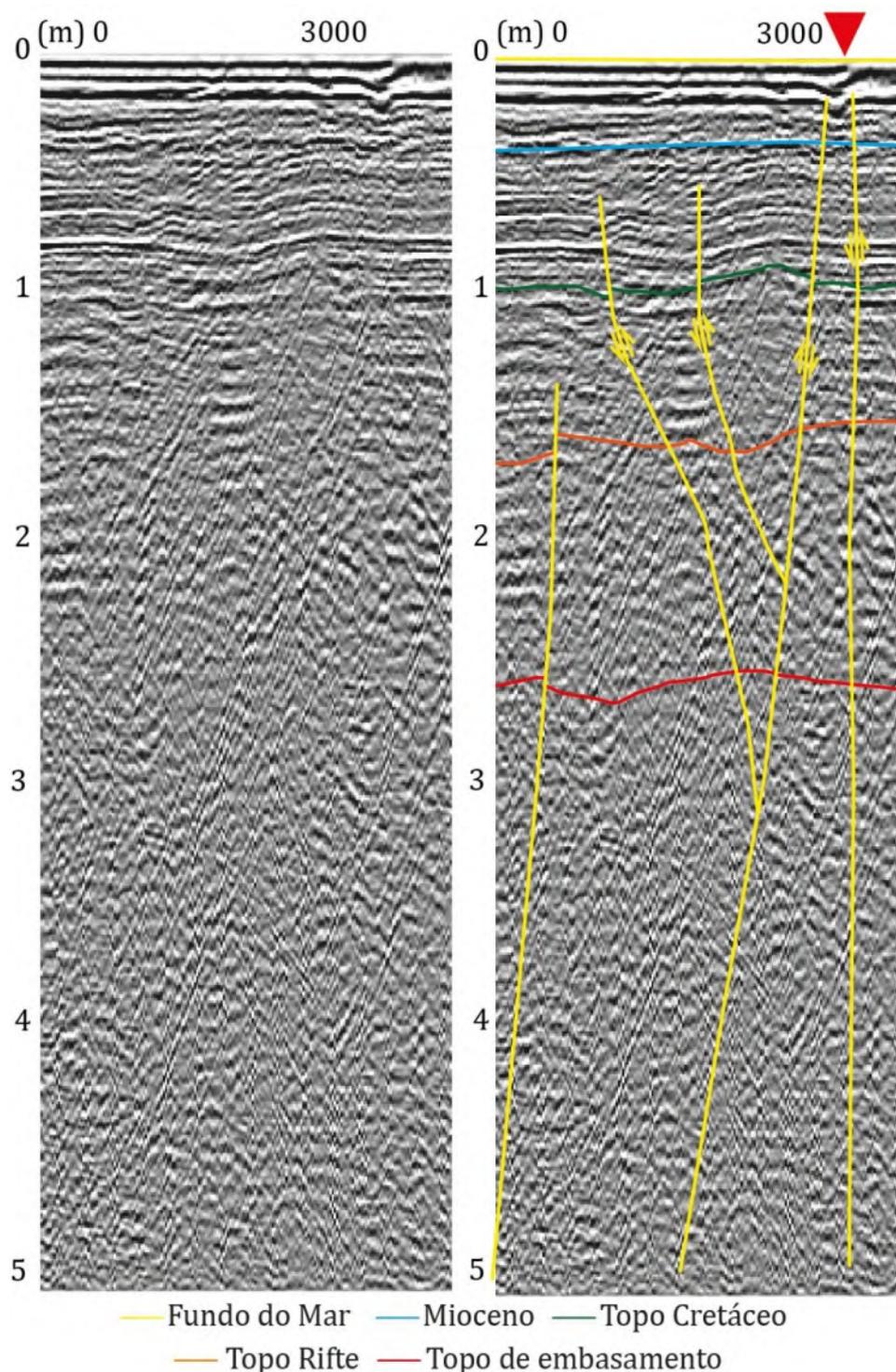


Figura 49 - Exemplo de um conjunto de falhas, localizado na região norte da Bacia da Plataforma de Natal, gerado a partir da propagação de um plano de falha do rifte, com a formação de *splays* e de uma estrutura em flor negativa. Detalhe para os vales escavados na plataforma de Natal sobre a estrutura em flor negativa. Escala vertical em tempo (segundos).



Fonte: O autor (2022).

Figura 50 - Detalhe de uma estrutura em flor, localizada na região central da plataforma da Bacia Paraíba, produzida pela propagação de planos de falha reversa a partir de uma falha profunda do rifte, que formaram uma estrutura do tipo flor positiva. Os planos produziram a rotação dos estratos dentro da estrutura e o arqueamento dos mesmos. Observa-se que alguns planos de falhas alcançaram estratos do Quaternário, e condicionaram a localização de um canal fluvial formado durante períodos de regressão (seta vermelha). Escala vertical em tempo (segundos).



Fonte: O autor (2022).

3.3.4 Análise da distribuição e estilo dos rejeitos de falha

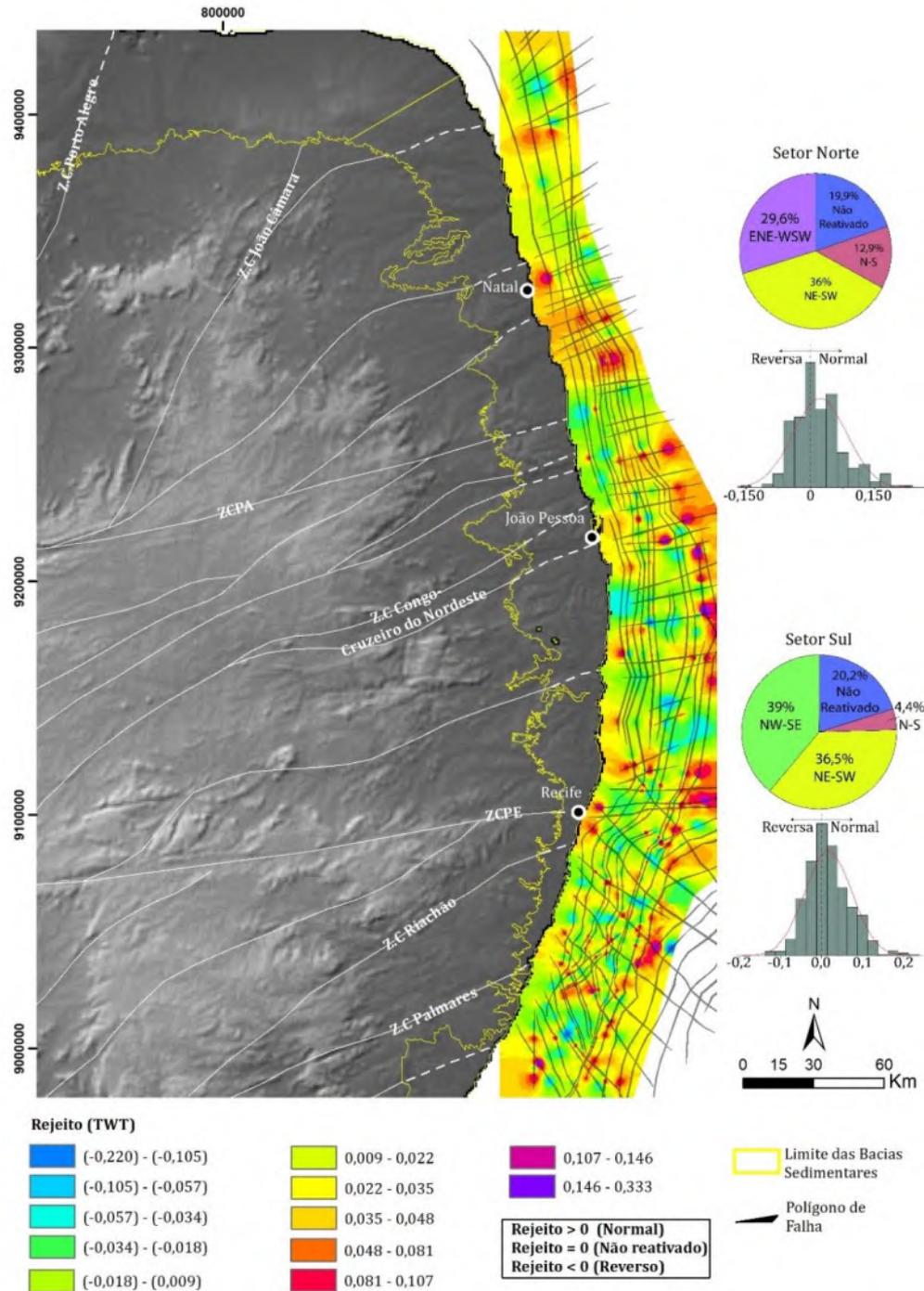
Após a interpretação dos planos de falha mais expressivos identificados nas seções sísmicas, foi realizada uma análise estatística com base na localização e no estilo dos planos, considerando a componente de rejeito aparente, se normal ou reverso. Também foi analisada a magnitude do rejeito com base na comparação do deslocamento medido em tempo nas seções (Anexos 1, 2 e 3). A partir dessa abordagem foram construídos os mapas com os dados de rejeitos para as superfícies/refletores referentes ao topo do embasamento, topo do intervalo Cretáceo e da discordância que marca o Meso-Mioceno. Os tipos de rejeitos e a magnitude dos mesmos foram medidos em cada um desses horizontes. Foram construídos mapas de magnitude de rejeito para cada um desses horizontes, e um mapa com todos os rejeitos observados, independente da discordância deslocada pelo plano de falha. Também foram discriminados os rejeitos relacionados a falhas reativadas a partir das falhas normais do rifte, e das falhas oblíquas também relacionada a fase rifte das bacias estudadas. Isto permitiu observar quais estruturas responderam de forma mais efetiva ao processo de reativação (Fig. 51).

O mapa de interpolação de todos os rejeitos aparentes dos planos de falha mostrou que este aspecto pode ser utilizado para definir dois setores na área de estudo. O primeiro, denominado de setor sul (Bacia Pernambuco), que é representado pela região compreendida a sul da ZCPE até o Alto de Maragogi-Barreiros, e o segundo, o setor norte (bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal), que compreende a região a norte da ZCPE, até o limite norte da Bacia da Plataforma de Natal. No setor sul, a distribuição dos rejeitos acumulados varia significativamente em função da localização. A análise revelou que um mesmo plano de falha, relacionado a uma falha normal (NE-SW), ou de transferência (NW-SE), pode apresentar um trecho com rejeito normal e outro com rejeito reverso (Figs. 42 e 51). No setor norte, ocorre uma distribuição dos rejeitos que resultou em zonas, que apresentam alternadamente predomínio de rejeitos normais (Fig. 51), e predomínio de rejeitos reversos (Fig. 51). Estas faixas de alternância entre os estilos de rejeitos são paralelas as principais zonas de cisalhamento mapeadas no embasamento adjacente as bacias estudadas, conforme observado nas zonas de cisalhamentos Congo-Cruzeiro do Nordeste, Patos e Pernambuco (Fig. 51).

A análise estatística da magnitude dos rejeitos totais conforme os planos de falha revelaram uma distribuição normal para ambos os setores, para a qual a moda foi zero. No setor sul a média foi de 0,016 ms e o valor máximo alcançou 0,324 ms. No setor norte a média foi de 0,022 ms e o valor máximo de rejeito acumulado foi de 0,221 ms (Fig. 51).

A análise da predominância dos eventos de reativação em relação à direção dos principais planos de falha, permitiu observar que no setor sul, 39% dos planos reativados estão relacionados a falhas de transferência com direção NW-SE, e que 40,9% dos planos reativados estão relacionados a falhas normais com direções NE-SW e N-S. Também foi verificado que aproximadamente 20,2% dos planos de falha identificados não apresentam evidências de reativação posteriores a fase rifte. No setor norte, 29,6% dos planos que apresentam evidências de reativação e estão relacionados a falhas de transferência com direção NE-SW, 48,9% dos planos de falhas com evidências de reativação compreendem falhas normais com trend NNE-SSW. Ainda no setor norte, observou-se que cerca de 19,9% das falhas identificadas nos estratos das bacias sedimentares da Paraíba e da Plataforma de Natal não apresentaram evidências de reativação posterior a fase rifte (Fig. 51).

Figura 51 – Mapa com os dados de distribuição, estilo e magnitude de todas as componentes verticais de rejeitos aparentes encontrados em falhas na região da plataforma das bacias estudadas (rejeitos que afetam as discordâncias do topo do rifte, topo do cretáceo e discordância interna do Mioceno que foram observados através do dado sísmico), divididos em dois setores, o primeiro a norte da Zona de Cisalhamento Pernambuco (ZCPE), bacias da Paraíba e Plataforma de Natal, e sul da ZCPE, Bacia de Pernambuco. Os diagramas de pizza ilustram a estatística descritiva com o resumo dos dados em termos de orientação das falhas reativadas. Os diagramas de barras mostram a distribuição do efeito acumulado dos rejeitos que afetam os refletores que marcam a discordância rifte, Cretáceo e Mioceno, cujas magnitudes de rejeito foram medidas em tempo.



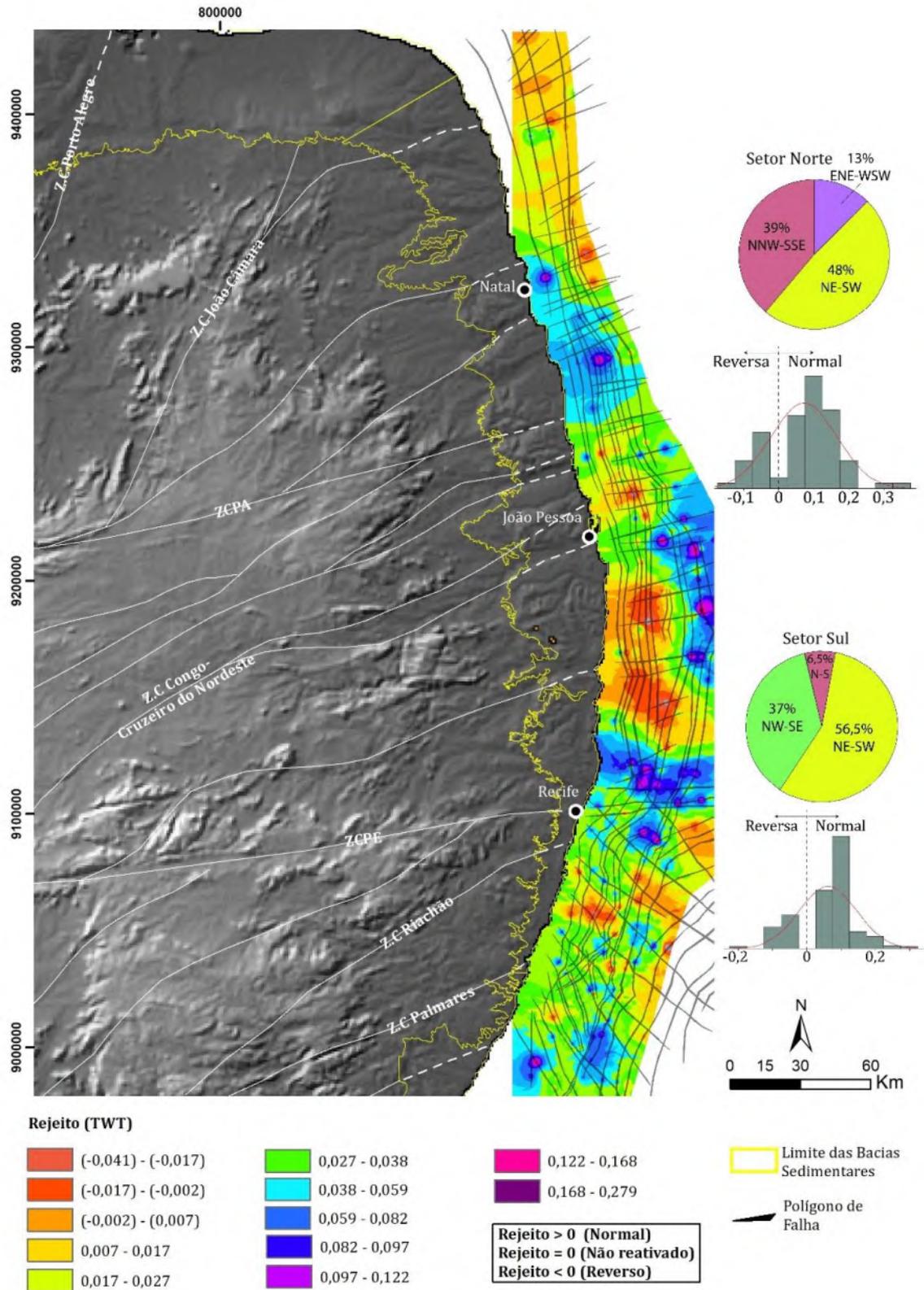
Fonte: O autor (2022).

O mapa de distribuição de rejeitos para o horizonte do topo da fase rifte, mostrou que a moda dos valores de rejeito, tanto no setor sul, quanto no setor norte, foi de 0,1 ms, o que reflete um rejeito ($R_t > 0$), relacionados a uma componente aparente de movimento normal, compatível com os esforços extensionais que resultaram na formação da margem rifteada. No entanto, é possível perceber que também foram registrados rejeitos negativos, o que indica uma componente de movimento reverso, que afetou o refletor que marca o topo da tectonossequência rifte. O menor valor registrado para o setor sul foi de -0,179 ms, já para o setor norte foi encontrado o valor de -0,140 ms. É possível que estes valores negativos estejam relacionados a eventos de reativação tectônica mais jovens que foram responsáveis por deslocar o refletor do topo da fase rifte nas bacias sedimentares estudadas (Fig. 52).

Conforme mostrado no mapa da Figura 51, na região a norte da ZCPE, especificamente a sul da cidade de João Pessoa, a distribuição espacial dos rejeitos sugere um forte componente reverso nos planos de falhas (valores negativos). Também é possível perceber que a classificação mostrou que valores de rejeito similares formam padrões de faixas paralelas as estruturas dúcteis do embasamento cristalino adjacente as bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal. Este efeito mostra o forte controle estrutural que estas zonas de cisalhamento exerceram na abertura destas bacias sedimentares, e o efeito seletivo na magnitude dos processos de reativação tectônica posteriores a fase rifte (Fig. 52).

Já no setor sul, a distribuição dos rejeitos não segue um padrão normal ou reverso, os mesmos planos de falhas apresentam trechos com componente normal e trechos com componente reversa. Este processo sugere certa complexidade na evolução dos planos de falha neste trecho da área de estudo. É possível que estas falhas apresentem padrão complexo devido a extensão oblíqua que deu origem a Bacia de Pernambuco (Fig. 52).

Figura 52 – Mapa de interpolação com os dados de distribuição, estilo e magnitude dos rejeitos de falha encontrados na superfície do topo da tectonossequência rifte, na região da plataforma das bacias estudadas. Os dados estão divididos em três setores formados pelas bacias marginais, e os respectivos domínios da PB aos quais elas estão relacionadas desde sua formação.



Fonte: O autor (2022).

A avaliação da distribuição espacial dos rejeitos que afetaram o refletor que marca o topo da sucessão de depósitos do Cretáceo (drifte) mostrou que no setor sul da área de estudo as componentes de rejeito de valores similares se distribuem em faixas com direção NW-SE, e apresentam predomínio de rejeito normal em alguns trechos e reverso em outros (Fig. 53). Estas faixas se distribuem de forma paralela as falhas de transferência da Bacia Pernambuco, o que indica que as falhas de transferência também responderam de forma expressiva ao processo de reativação do Cenozoico. Também é possível perceber que segundo a orientação das falhas normais com direção N-S, alguns planos de falha foram reativados com o predomínio de componente normal (Fig. 53). No setor sul da área de estudo os valores de rejeito apresentam uma distribuição normal, e a moda dos valores encontrados foi de aproximadamente 0,01 ms. A média foi de 0,04 ms (Fig. 53).

No setor norte da área de estudo, os valores de rejeitos que afetaram o refletor do topo da sucessão cretácea, apresentaram uma componente predominantemente normal, com uma moda e média de 0,04 ms e 0,01 ms, respectivamente. Em relação as falhas que apresentam orientação NNW-SSE nas bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal, a reativação apresenta uma componente normal, enquanto que as falhas com *trend* ENE-WSW apresentam rejeitos com componente reverso, conforme é observado nos planos de falha paralelos a Zona de Cisalhamento Patos (Fig. 53). O valor máximo encontrado para os rejeitos reversos foi de - 0,068 ms, enquanto que para os rejeitos normais foi de 0,078 ms (Fig. 53).

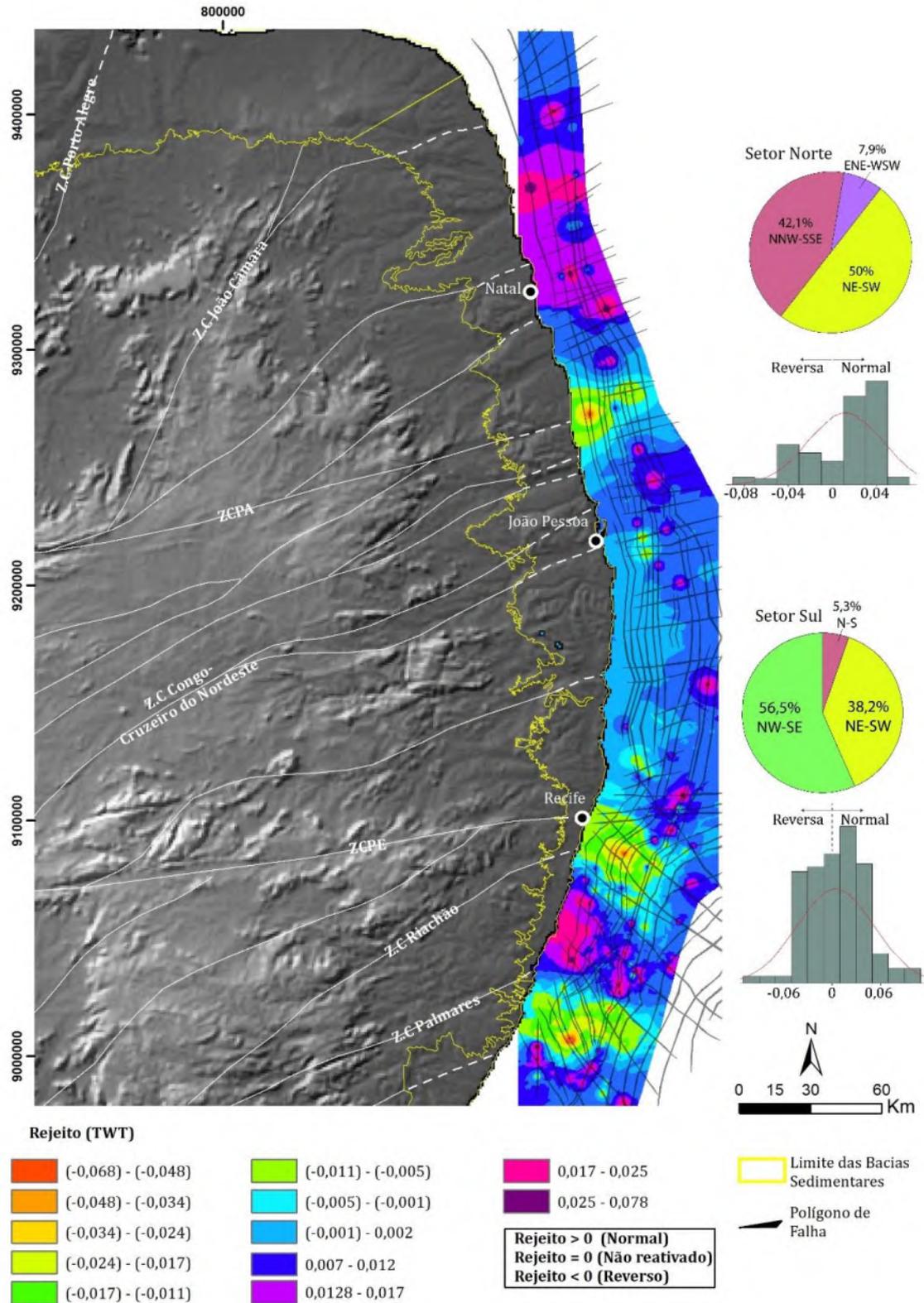
Do arcabouço estrutural localizado no setor sul da área de estudo, cerca de 56,5% são planos reativados relacionados a falhas de transferência, e 43,5% estão relacionados a planos de falha normal do rifte. Já no setor norte, cerca de 42,1% dos rejeitos encontrados no horizonte do topo da sucessão Cretácea está relacionado ao sistema de falhas rifte com direção NNW-SSE, e cerca de 50% estão relacionados a reativação de planos relacionados as falhas com direção NE-SW. Cerca de 7,9% dos rejeitos, estão relacionados a falhas rifte com direção preferencial ENE-SSW (Fig. 53).

O último marcador stratigráfico utilizado para avaliar a distribuição e intensidade do processo de propagação de falhas a partir de reativação de falhas do rifte foi o refletor sísmico relacionado a discordância interna do Mioceno (Fig. 54). A distribuição dos valores de rejeito que cortam a discordância do Mioceno não apresenta um padrão regular no setor que compreende a Bacia Pernambuco, setor sul da área de estudo. Ao contrário do que é observado no setor norte, nos quais valores similares de rejeito ocorrem concentrados em faixas paralelas as principais zonas de cisalhamento mapeadas no embasamento adjacente as bacias sedimentares estudadas (Fig. 53).

O histograma relacionado a distribuição dos rejeitos aparentes para a discordância interna do Mioceno, indica que existe um comportamento bimodal dos valores associados aos rejeitos dos planos de falha. A dispersão dos dados no gráfico de frequência apresenta um padrão simétrico, com dois valores associados a moda, o primeiro positivo e o segundo negativo. Isto indicaria o comportamento do padrão das componentes de rejeitos, tanto normal quanto reverso nos planos de falha que cortam a superfície interpretada como discordância do Meso-Mioceno. O comportamento bimodal dos dados, em ambos os setores da área de estudo, sugere a influência de um campo de tensões regional transcorrente (Zalan, 1986a, 1986b; Huang & Liu, 2017).

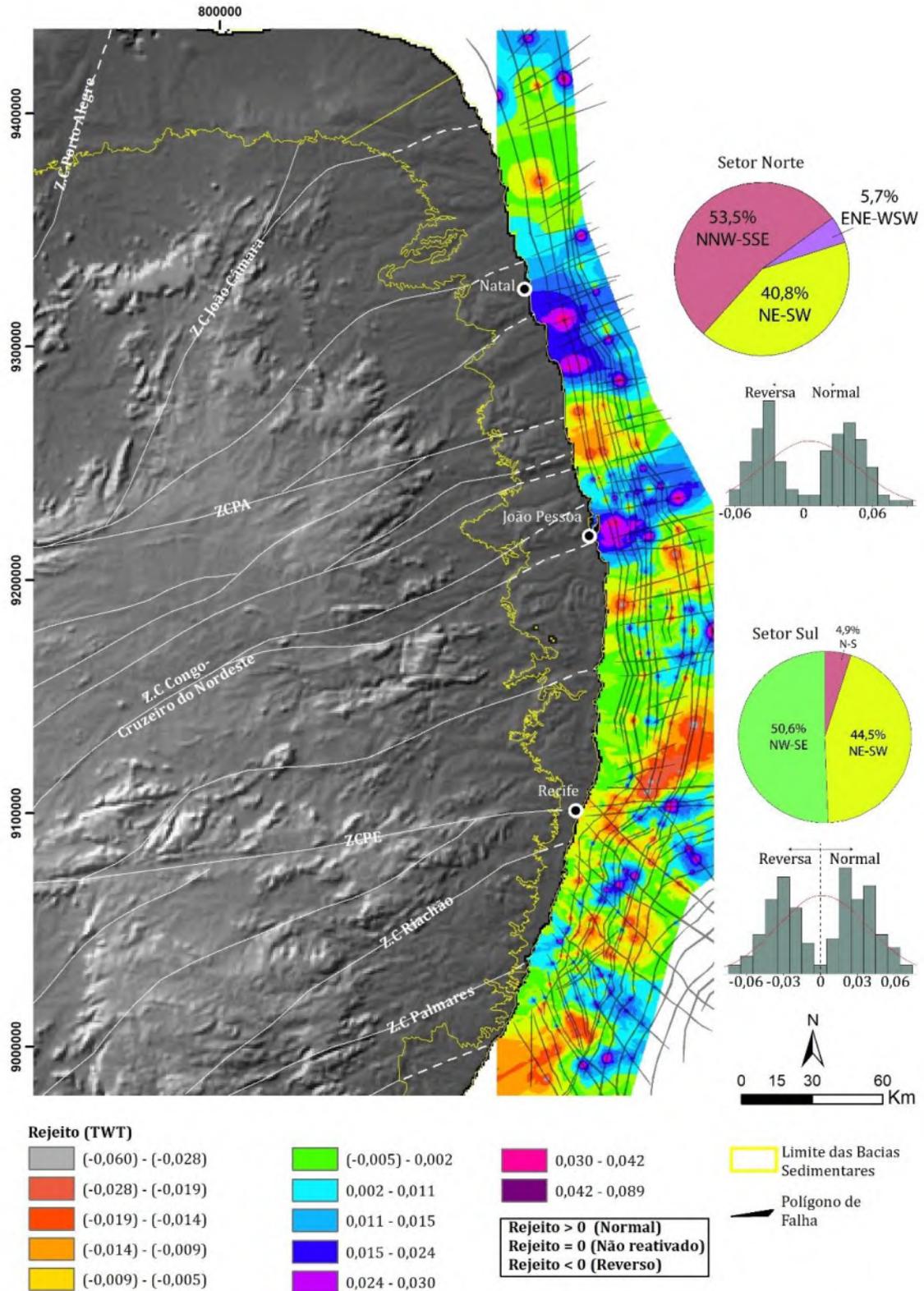
Em relação a resposta das estruturas do rifte ao processo de reativação na plataforma da Bacia de Pernambuco, os valores indicam que tanto as falhas normais (49,4%), quanto as falhas de transferência (50,6%) mapeadas, de forma similar foram reativadas. A análise da resposta das estruturas do rifte ao processo de reativação no setor norte da área de estudo, mostrou-se semelhante ao que foi encontrado para o setor sul. Cerca de 53,5% dos planos de falha normais mapeados pela pesquisa foram reativados, enquanto que 46,5% dos planos das falhas de transferência apresentaram evidências de reativação.

Figura 53 – Mapa de distribuição e magnitude de rejeitos de falhas que cortam a superfície que marca o topo da tectonossequência do Cretáceo na região de plataforma da área de estudo. Os dados foram divididos em dois setores, sul (Bacia de Pernambuco), e norte a partir da ZCPE (bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal).



Fonte: O autor (2022).

Figura 54 – Mapa de distribuição e magnitude de rejeitos de falhas que cortam a superfície interpretada como a discordância interna do Mioceno na região de plataforma da área de estudo. Os dados foram divididos em dois setores, sul (Bacia de Pernambuco), e norte a partir da ZCPE (bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal).



Fonte: O autor (2022).

3.3.5 Interpretação de dados sísmicos na região de crosta oceânica adjacente a região de estudo.

A transição entre a crosta continental e o domínio de crosta oceânica na Bacia Pernambuco, é formada por uma região de crosta hiperestendida e uma outra estreita faixa que bordeja o Platô de Pernambuco, e que possivelmente representa uma porção de crosta transicional serpentinizada (Magalhães et al., 2014; Oliveira, 2019). No setor a norte da Zona de Cisalhamento Pernambuco, que compreende as BPE e BPN, a transição entre crosta oceânica e continental corresponde a uma faixa estreita, com cerca de 50-60 km de largura. Esta região possivelmente também apresenta uma estreita faixa de contorno de crosta hiperestendida, e de crosta transicional serpentinizada (Oliveira, 2019).

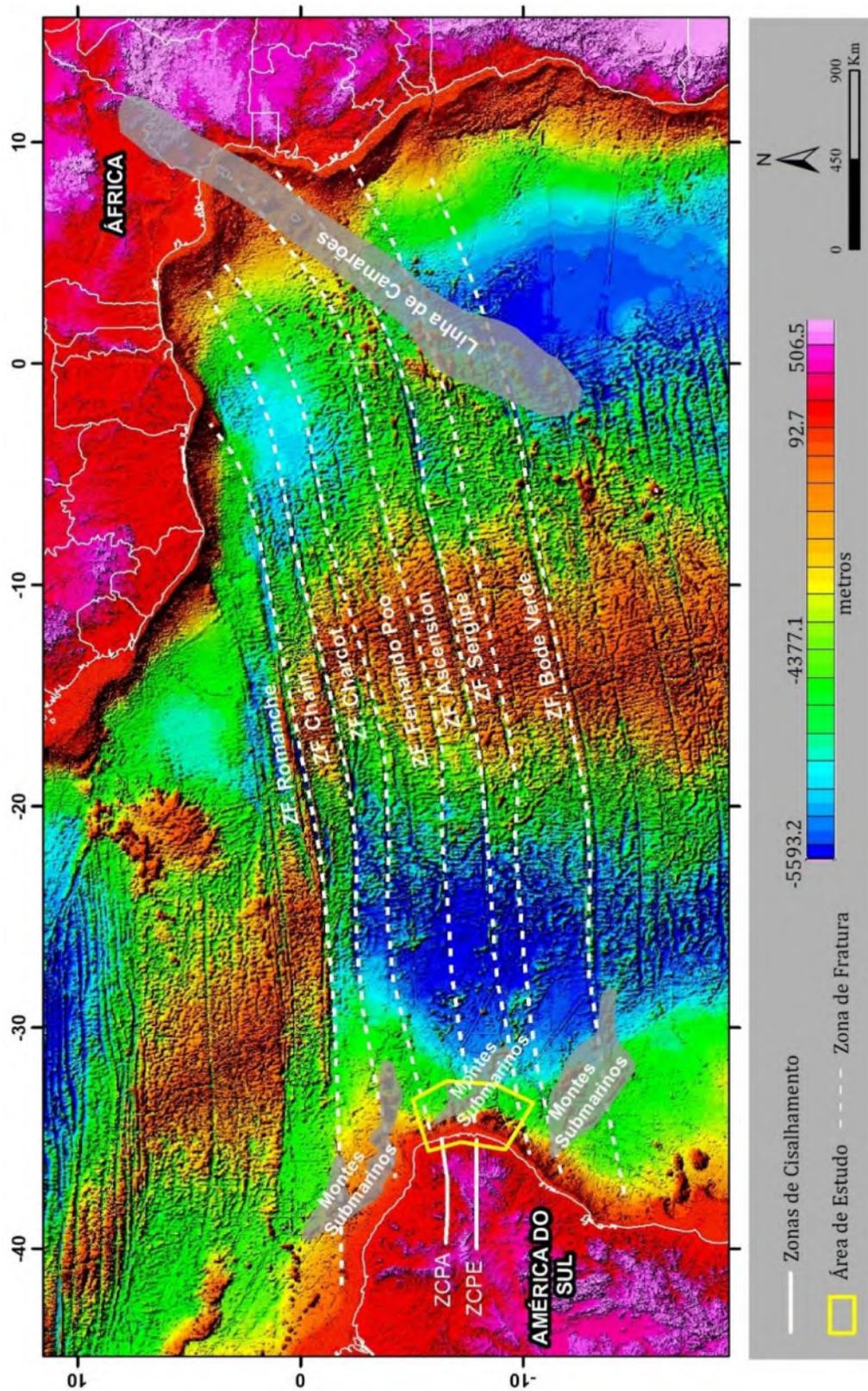
Na região de estudo, o domínio de crosta oceânica é marcado por valores batimétricos relacionadas à bacia oceânica profunda, que varia de -4000 m a valores superiores a -5000 m (Fig. 55). Na bacia de Pernambuco, a curva batimétrica de -3000 m marca a escarpa interna do Platô de Pernambuco. O limite externo do platô é marcado por cotas superiores a -4000 m, onde ocorre a passagem da crosta transicional para os domínios de crosta oceânica.

No mapa de anomalia gravimétrica ar-livre (FAA), o início do domínio de crosta oceânica, é marcado pelo aparecimento dos primeiros alinhamentos gravimétricos relacionados as zonas de fratura (Fig. 56). As zonas de fratura representam alinhamentos negativos (~50 mGal), no mapa de anomalia ar-livre, a partir da dorsal meso-atlântica em direção a crosta oceânica mais antiga próximo as margens sulamericana e africana.

Além das zonas de fratura, na região de crosta oceânica adjacente as bacias estudadas, também é possível observar no mapa gravimétrico de ar-livre algumas elevações circulares e alinhadas de forma NW-SE. Estas anomalias representam montes submarinos que formam elevações no assoalho oceânico (Fig. 55).

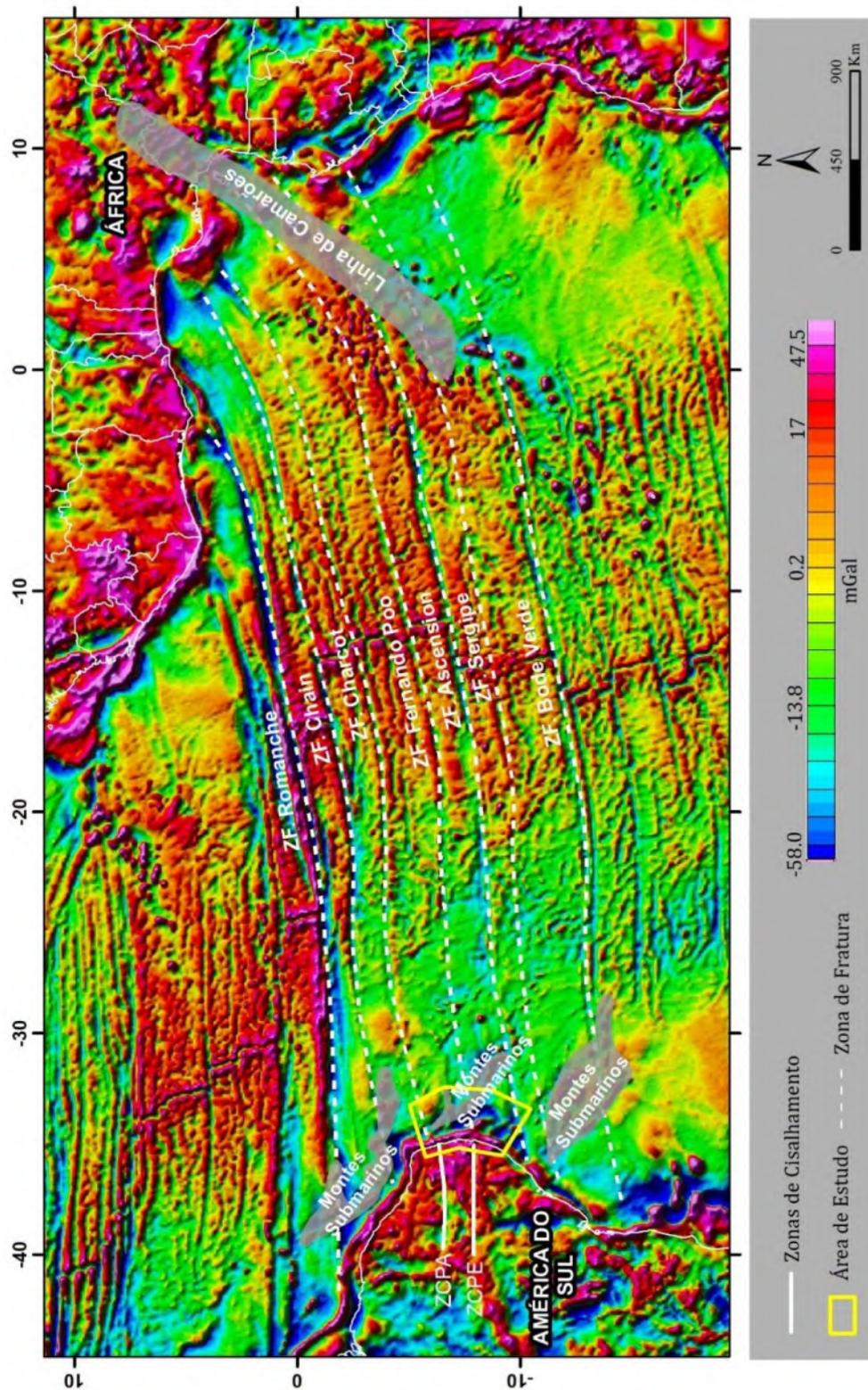
As seções sísmicas 2D levantadas pelo Programa LEPLAC, passam sobre as principais zonas de fratura que ocorrem na região, Fernando Poo, Charcot, Ascension e algumas zonas de fratura indiscriminadas. Além das zonas de fratura, as linhas sísmicas LEPLAC cruzam os montes submarinos que ocorrem na região de crosta oceânica adjacente a área de estudo. A interpretação destas seções permitiu investigar a ocorrência de eventos de reativação cenozóica das zonas de fratura neste domínio (Fig. 57).

Figura 55 - Modelo de elevação digital (DEM) do Atlântico Sul Central, que abrange as margens conjugadas do nordeste do Brasil e da margem ocidental da África. As principais zonas de fratura da região de estudo foram marcadas com linhas tracejadas de cor branca.



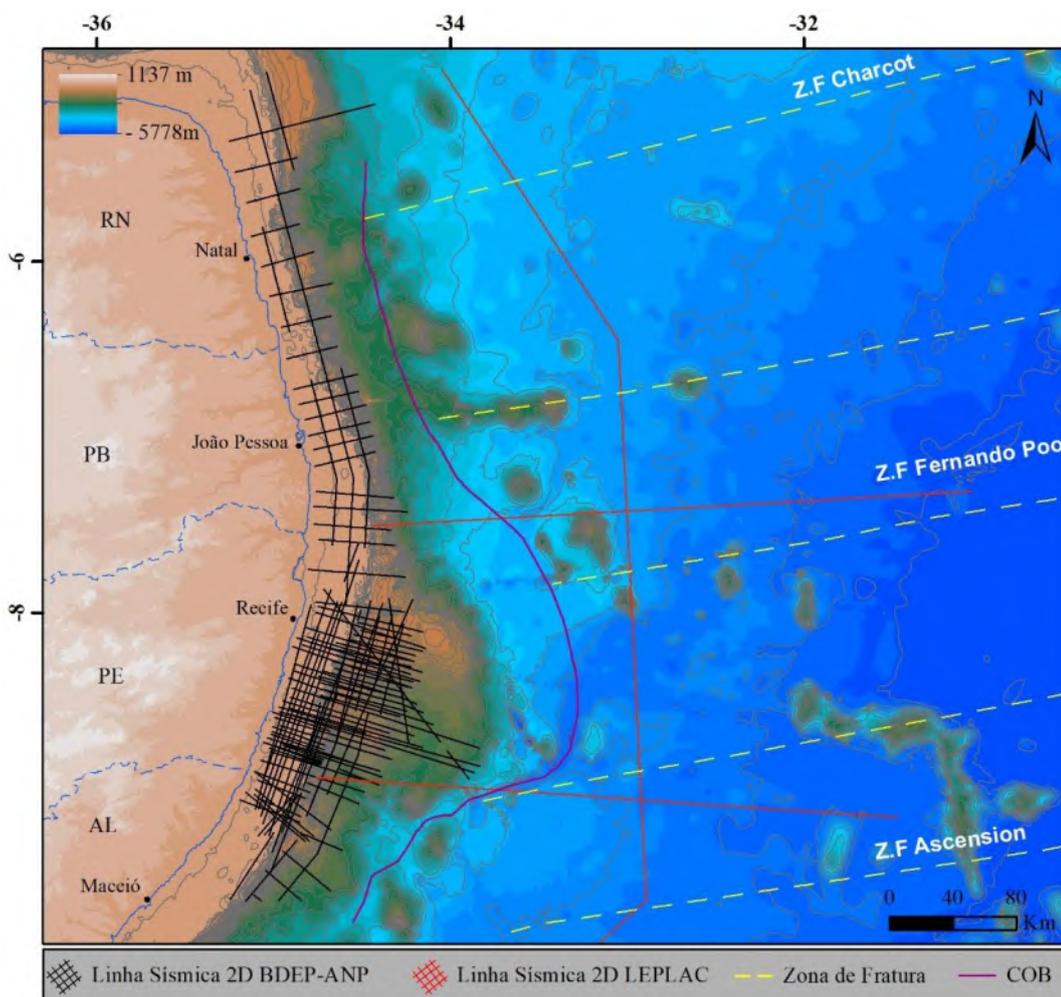
Fonte: O autor (2022).

Figura 56 - Mapa gravimétrico de Ar-Livre (FAA) do Atlântico Sul-Central, que abrange as margens conjugadas do nordeste do Brasil e da margem ocidental da África. As principais zonas de fratura que cruzam a área de estudo foram assinaladas.



Fonte: O autor (2022).

Figura 57 – Mapa topográfico e batimétrico da região estudada que compreende o embasamento e a região de crosta oceânica adjacente. As linhas sólidas em vermelho, representam linhas sísmicas profundas que foram levantadas pelo Programa LEPLAC, Marinha do Brasil, sobre a região de crosta continental, e crosta oceânica que envolve a área de estudo.



Fonte: O autor (2022).

As principais tectonossequências mapeadas nas linhas LEPLAC (Figs. 58, 59 e 60), correspondem ao topo do embasamento (vermelho), topo da sucessão de estratos do Cretáceo superior (verde), discordância interna do Mioceno (azul) e fundo marinho (amarelo). Neste tópico, foram adotadas as mesmas convenções empregadas na interpretação das linhas sísmicas levantadas nas bacias sedimentares estudadas (Fig. 26). Apesar da ausência de poços no domínio de crosta oceânica, foram adotadas por correlação estratigráfica os principais marcadores das tectonossequências sísmicas encontradas sobre esse domínio na Bacia de Alagoas conforme Gomes et al. (2000).

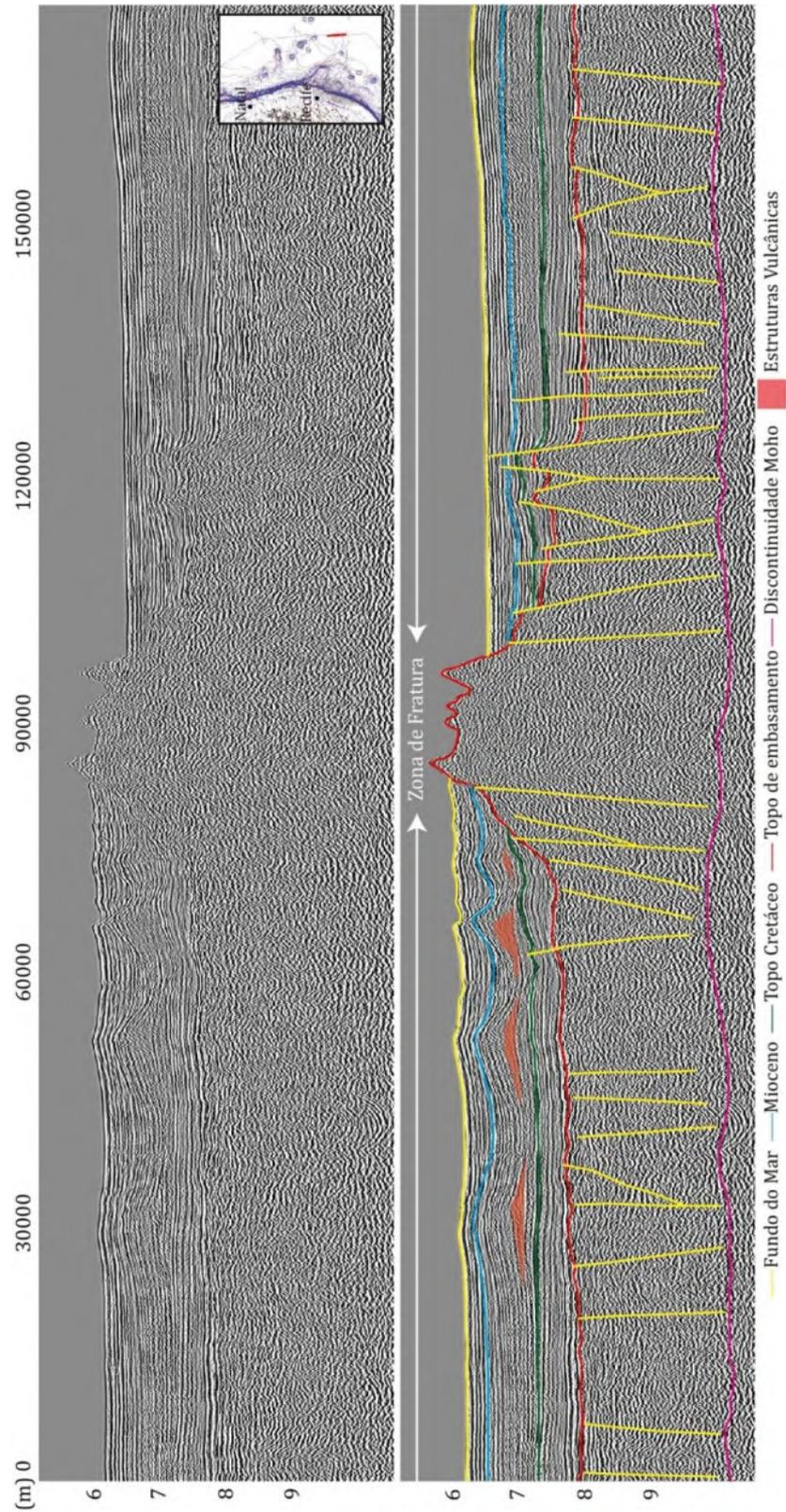
No trecho onde a seção sísmica LEPLAC 0500.L0170 passa sobre a Zona de fratura indiscriminada a sul da Zona de Fratura Fernando Poo (Fig. 57), o topo da crosta oceânica

apresenta cobertura sedimentar com menor espessura e em alguns casos ocorre a exposição dos basaltos de fundo oceânico. Em outros locais a crosta oceânica apresenta a formação de montes submarinos com elevações que podem alcançar centenas de metros (Fig. 58). Recobrando a crosta oceânica, ocorrem depósitos de água profunda, representados por refletores contínuos, plano paralelos e de alta amplitude.

Nos mapas do modelo digital de elevação e no mapa gravimétrico ar-livre, é possível observar as morfologias características destas feições regionais, que são representadas muitas vezes por vales em 'u'. No modelo digital de elevação, as zonas de fraturas são marcadas por alinhamentos com milhares de quilômetros de comprimento, perpendiculares a dorsal meso-atlântica. Os valores batimétricos no centro das Zonas de Fratura, podem alcançar cerca de -5500 m. É possível que em alguns trechos da mesma zona de fratura, ocorra o preenchimento completo de seu núcleo, conforme foi observado na maioria das zonas de fraturas mapeadas no mapa da Figura 55. No mapa gravimétrico ar-livre, as zonas de fratura ocorrem como anomalias negativas (-58 mGal) lineares, que se conectam a dorsal meso Atlântica (Fig. 56).

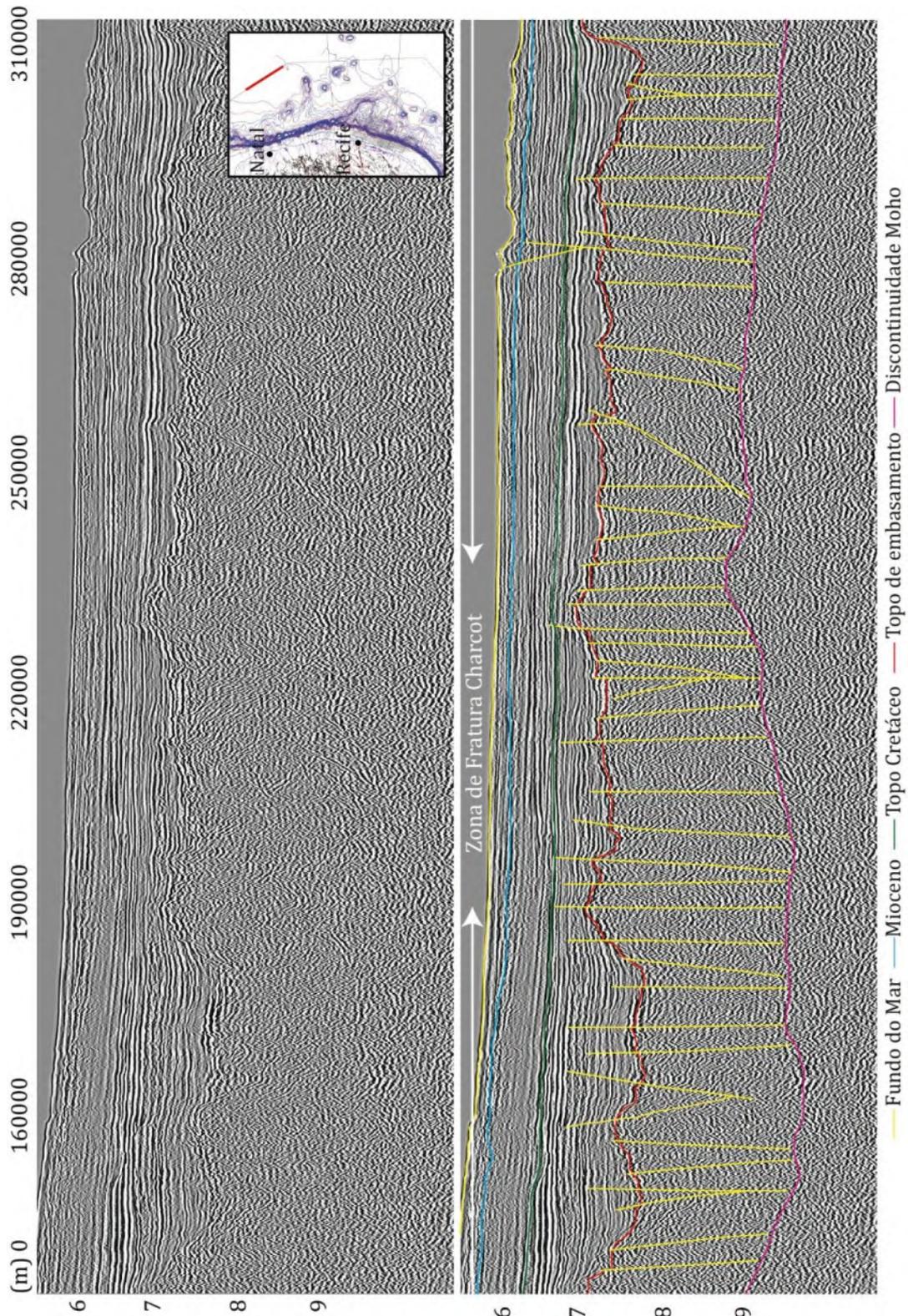
Nas linhas sísmicas interpretadas em região de crosta oceânica (Figs. 59 e 60), foram observados planos de falha que cortam refletores do topo da tectonossequência do Cretáceo e da discordância interna do Mioceno. Estes representam planos de falha de alto ângulo, com uma componente de movimento variável, tanto normal quanto reversa. O deslocamento dos planos de falha, produziu arrasto das camadas, e propagação de dobras por arrasto que afetou a superfície associada a discordância do Mioceno. Nas zonas de fratura adjacentes as bacias sedimentares estudadas, foram observadas feições de reativação tectônica, falhas e dobras que indicam que estas estruturas também foram reativadas, possivelmente desde o final do Cretáceo até o Cenozoico (Mioceno) (Figs. 58, 59 e 60).

Figura 58 - Seção sísmica (N-S) LEPLAC 0500.L0170. Este trecho da seção mostra a Zona de Fratura indiscriminada a sul da Zona de Fratura Fernando Poo, e o detalhe da ocorrência de montes submarinos. As falhas propagadas a partir do topo da crosta oceânica afetaram tanto refletores do Cretáceo Superior, quanto refletores do Cenozoico. Escala vertical em tempo (segundo).



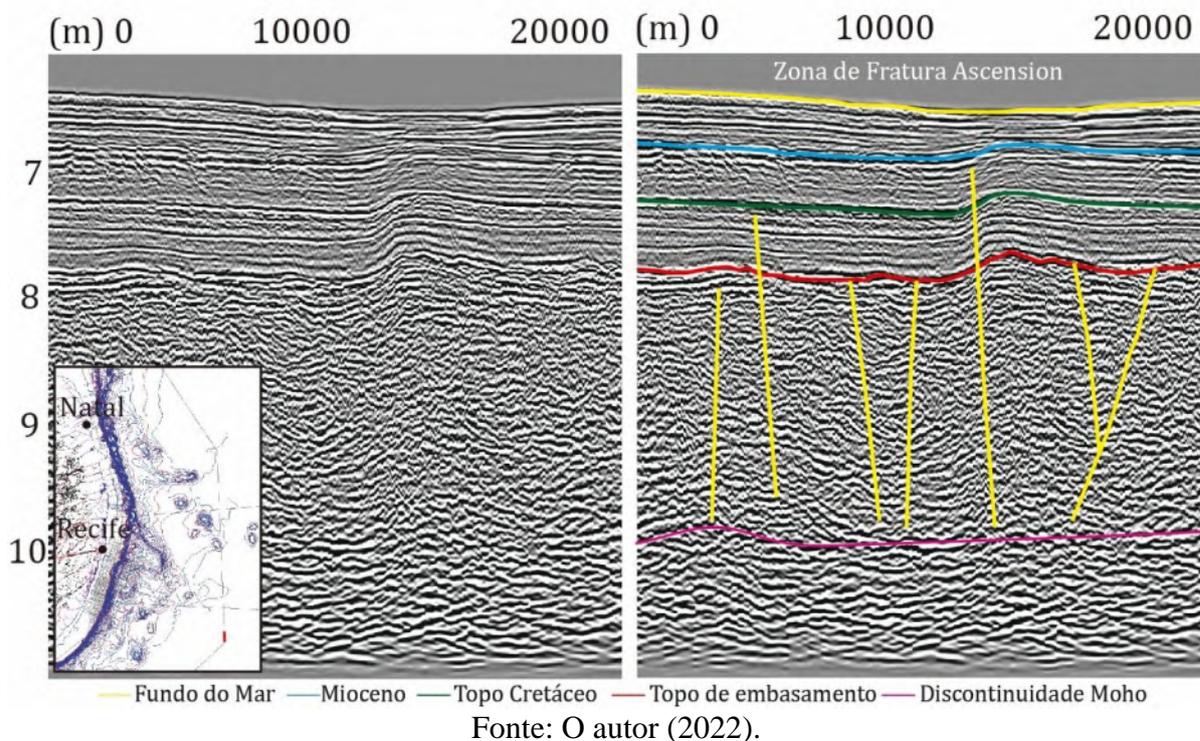
Fonte: O autor (2022).

Figura 59 - Seção sísmica (NW-SE) LEPLAC 0500.L0169A, onde foi interpretada a estrutura da Zona de Fratura Charcot. Alguns planos de falha se propagaram a partir da crosta oceânica e afetaram estratos da tectonossequência do Cretáceo e do Cenozoico, em muitos casos, estes planos condicionam a morfologia do fundo marinho. Escala vertical em tempo (segundo).



Fonte: O autor (2022).

Figura 60 – Trecho da seção LEPLAC 0500.L0170. Este trecho da seção imageou parte da Zona de Fratura Ascension. A ZF é marcada pela presença de falhas de alto ângulo que criaram um sistema de dobramento por arrasto afetando os estratos do Cretáceo Superior e Cenozoico. Escala vertical em tempo (segundo).



3.3.6 Distribuição das componentes verticais de rejeito na crosta oceânica adjacente a área de estudo.

Conforme o que foi realizado a partir do conjunto de seções sísmicas levantado nas bacias marginais, também foi executada uma análise das componentes verticais de rejeitos dos planos de falha encontrados na região de crosta oceânica com base na interpretação das seções LEPLAC (Anexos 4 e 5). Foi aplicada a mesma metodologia para verificar a distribuição dos valores das componentes de rejeito das falhas encontradas sobre a crosta continental (Figs. 61 e 62).

Os rejeitos associados aos planos de falha localizados na região de crosta oceânica apresentaram valor mínimo de -0,2663 ms, para falhas com uma componente de movimento reverso, e o valor máximo de 0,3149 ms, para o conjunto de falhas com componente de movimento normal. A média dos valores das componentes de rejeito dos planos de falha foi de 0,0243 ms.

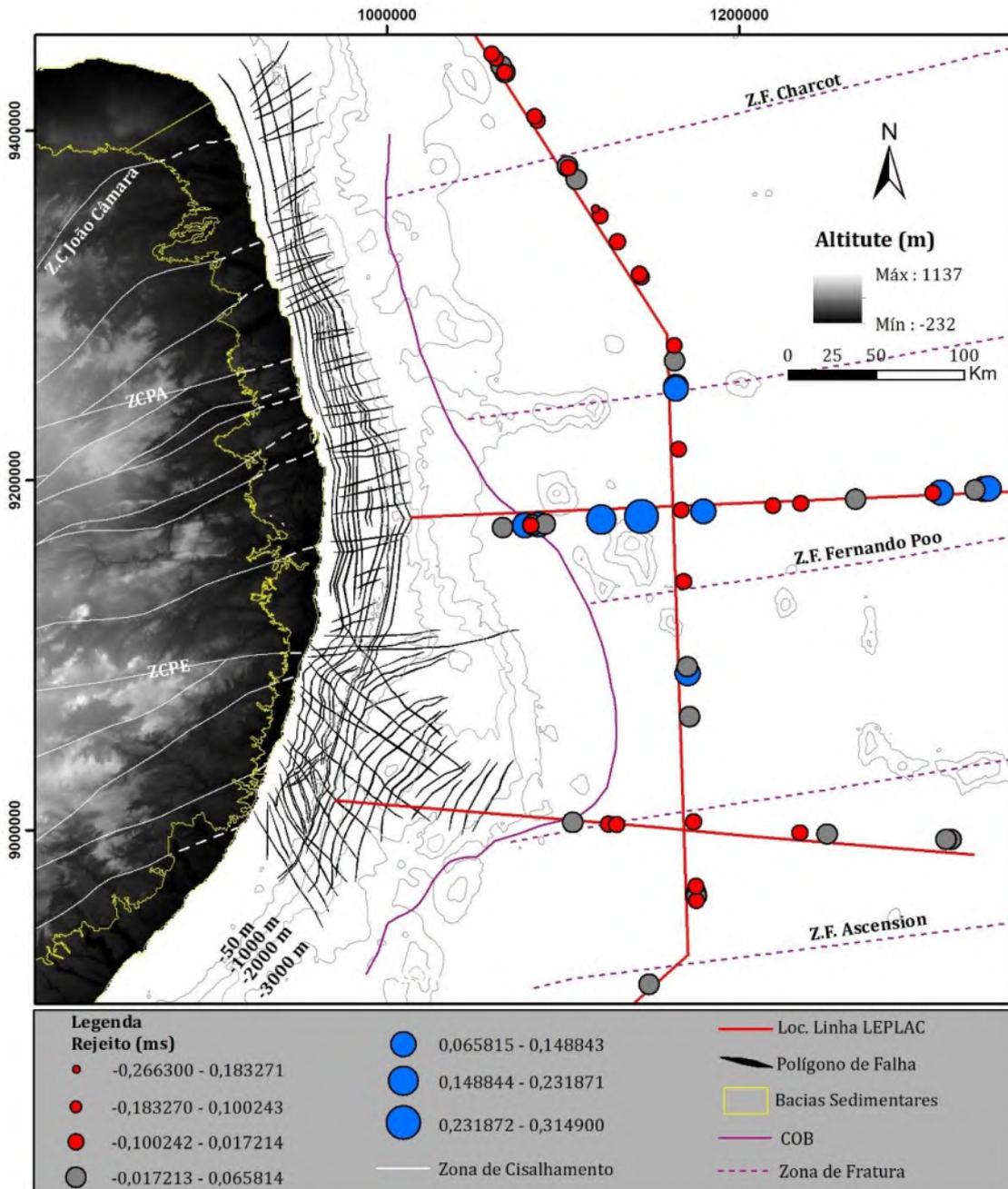
A análise espacial da distribuição dos rejeitos aparentes dos planos de falha foi realizada em dois mapas principais, o que permitiu separar os planos de falha que afetaram os

estratos do Cretáceo Superior (Fig. 61), e do Cenozoico (Fig. 62). É possível separar dois setores distintos onde ocorreu o predomínio de planos de falha que apresentaram pelo menos uma componente de movimento reversa (círculos vermelhos), e um segundo setor que apresenta predomínio de planos de falha com cinemática normal (círculos azuis) (Figs. 61 e 62). Ao observar a projeção das atuais zonas de fraturas e as zonas de cisalhamento no continente é possível perceber que existe um controle regional marcado por estas feições em relação a distribuição do comportamento das estruturas. O setor central da crosta oceânica na área de estudo, adjacente a Bacia Paraíba apresenta predomínio de propagação de falhas na tectonossequência cretácea com predomínio normal. Os setores de crosta oceânica a norte e a sul deste, que se localizam de forma adjacente aos domínios norte e sul da PB, apresentam rejeitos com predomínio reverso (Fig. 61).

A sul da Zona de Cisalhamento Patos, as falhas normais encontradas na crosta oceânica adjacente, ocorrem com maior frequência, principalmente nas proximidades da Zona de Fratura Fernando Poo (Fig. 61). A partir do limite norte do Platô de Pernambuco foi observado o predomínio de falhas com componente reverso. Os planos de falha que cortam os estratos do Cretáceo Superior apresentaram valores mínimos de -0,2663 ms e máximo de 0,3149 ms, a média dos valores foi de 0,0124 ms.

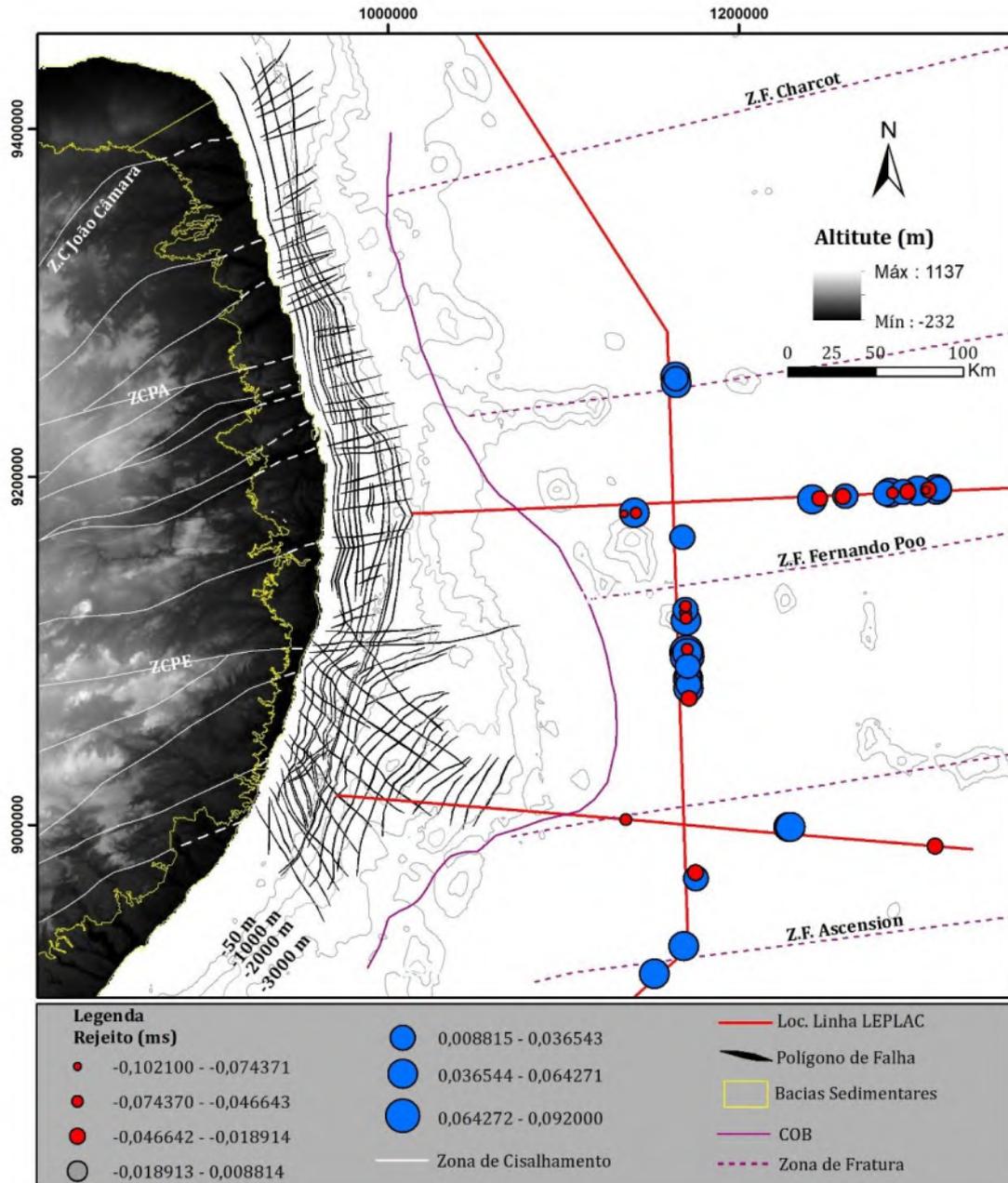
O mapa de distribuição dos rejeitos dos planos de falha que cortam os refletores da sucessão de estratos atribuídos ao Mioceno mostrou uma situação um pouco diferente. Para este intervalo os planos de falha ocorrem na região central da área de estudo, adjacente a Bacia Paraíba e a Zona transversal da PB, e no setor sul que fica adjacente a Bacia Pernambuco (margem oblíqua) e ao domínio sul da PB. Os valores de rejeito variaram de -0,1021 ms até 0,0920 ms e a média obtida apresentou o valor de 0,0084 ms. A componente de movimento observada com maior frequência foi o movimento normal dos planos de falha neste intervalo, principalmente próximo a Zona de Fratura Fernando Poo (Fig. 62).

Figura 61 – Mapa da distribuição e magnitude dos rejeitos de planos de falha mapeados na região de crosta oceânica que cortam os estratos da tectonossequência do Cretáceo Superior, depositados sobre a crosta oceânica adjacente as bacias estudadas. Os círculos em vermelho, cinza e azul indicam o valor do rejeito em milissegundos. Rejeitos positivos indicam cinemática normal, e rejeitos negativos indicam onde ocorreu cinemática reversa.



Fonte: O autor (2022).

Figura 62 – Mapa da distribuição e magnitude dos rejeitos de planos de falha mapeados na região de crosta oceânica que cortam os estratos da tectonossequência do Cenozoico. Os círculos em vermelho, cinza e azul refletem o tamanho do rejeito em milisegundos. Rejeitos positivos indicam cinemática normal, e rejeitos negativos indicam cinemática reversa.



Fonte: O autor (2022).

4 DISCUSSÕES

Neste tópico será feita as principais discussões que envolvem a integração entre os principais resultados obtidos com o que já foi descrito na literatura sobre os eventos de reativação tectônica pós-rifte que afetaram as bacias marginais do Nordeste Brasileiro, e especialmente os eventos que já foram descritos na faixa costeira das bacias sedimentares estudadas.

4.1 TECTÔNICA RIFTE

A análise do conjunto de dados sísmicos que recobrem a região *offshore* das bacias sedimentares estudadas indica que os planos de falha mais antigos controlaram a abertura das bacias e estão relacionados a Fase Rifte. As falhas foram originadas a partir dos esforços extensionais de abertura do Oceano Atlântico. Embora não existam dados cronoestratigráficos da região *offshore*, e poucos para a região *onshore*, é possível que o processo de rifteamento nesta região tenha se desenvolvido entre o Barremiano? –meso- Albiano, conforme proposto por trabalhos anteriores (Matos, 1999; Turner et al., 2008; Barbosa et al., 2014; Matos et al., 2019). Conforme proposto por alguns autores, esta região possivelmente experimentou duas etapas rifte (Maia et al., 2012; Barbosa et al., 2014; Correia Filho, 2017). Situação semelhante foi proposta para a Bacia de Alagoas, que possivelmente comporta uma fase tardia de rifte que se desenvolveu em sua região distal (Caixeta et al., 2014).

Em relação a tectônica rifte, as bacias da Plataforma de Natal e da Paraíba apresentam uma configuração de arcabouço tectônico semelhante, e que foi criado a partir do rifteamento da margem nesta região. Nestas, as falhas que afetaram o embasamento apresentam rejeito predominante normal com direção NNW-SSE, e falhas de transferência com direção NE-SW. Já na região a sul da ZCPE, que corresponde a Bacia Pernambuco, as estruturas rifte apresentam uma mudança no padrão de orientação das estruturas. As falhas oriundas da ativação das zonas de cisalhamento com cinemática predominantemente normal apresentam orientações NNE-SSW e NE-SW, e as falhas transcorrentes oblíquas, criadas pela acomodação dos esforços distensionais da margem, apresentam direção NW-SE (Polonia, 1997; Lima Filho, 1998; Almeida, 2003; Correia Filho, 2017) (Fig. 31).

A norte da Zona de Cisalhamento Pernambuco o estilo estrutural é representado por planos de falha com mergulho moderado a alto, e classificados como sintéticos e antitéticos em relação a direção de extensão máxima. O conjunto de planos de falha, exibem de forma geral um padrão de distribuição escalonado com mergulho dos planos para leste (Souza,

2006). Nas bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal, não foram desenvolvidos grabens profundos, nem na região costeira nem sobre a região plataformal que corresponde a um alto estrutural regional. Nesta região o embasamento cristalino está a uma profundidade máxima de 400 m, nos principais depocentros costeiros destas bacias (Barbosa e Lima Filho, 2006; Barbosa et al., 2008). Já a sul da Zona de cisalhamento Pernambuco, os grabens são mais profundos, e o poço estratigráfico perfurado na região costeira da bacia (2-CP-01-PE) alcançou cerca de 2900 m de profundidade sem atingir o embasamento cristalino. Este fato sugere que os processos geológicos que atuaram na abertura da Bacia Pernambuco foram distintos aos que atuaram nas bacias sedimentares a norte da Zona de Cisalhamento Pernambuco (Barbosa & Lima Filho, 2006; Magalhães, 2019; Oliveira, 2019).

Trabalhos anteriores apontam que alguns fatores geológicos foram responsáveis por gerar estas principais diferenças no processo de abertura entre as bacias sedimentares localizadas a sul e a norte da Zona de Cisalhamento Pernambuco, na margem oriental da PB. Um dos fatores apontados é a velocidade de abertura do rifte, e as consequentes taxas de extensão e de espalhamento oceânico. Segundo Brune et al. (2013, 2016) a velocidade de abertura de uma margem continental influencia aspectos como a simetria/assimetria das margens conjugadas e a formação de crosta transicional formada pela exumação do manto. Conforme os modelos disponíveis (Brune, 2016; Perez-Diaz & Eagles, 2017), é possível que a geometria das bacias em relação ao eixo do rifte tenha sido parcialmente responsável por diferenças nas taxas de estiramento e estilo estruturais. A direção das bacias sedimentares estudadas a norte da ZCPE, esteve paralela ao eixo de extensão do rifte durante o processo de abertura, e o trecho da margem referente a Bacia Pernambuco, a sul da ZCPE, apresentou geometria oblíqua a abertura do rifte. Este fato pode estar associado a velocidades de extensão diferentes, também considerando a trama estrutural já existente do embasamento (Araújo et al., 2013; Magalhães, 2019; Oliveira, 2019).

Entre a cidade de Recife e o Alto de Maragogi-Barreiros, a sul, segundo Magalhães (2019) o rifte provavelmente evoluiu de forma oblíqua, a distensão provocou o estiramento da crosta continental, seguindo um padrão distinto de falhas transcorrentes, com orientação NW-SE. A relação extensional entre estes dois conjuntos em um regime frágil-dúctil, foi promovida pelo afinamento e estiramento da crosta continental, e criou os principais grabens e horsts da Bacia Pernambuco (Fig. 22).

A Bacia Pernambuco apresenta uma margem continental mais larga do que as bacias sedimentares a norte da ZCPE (Magalhães, 2019; Oliveira, 2019). Além disso, a Bacia de Pernambuco, quando comparada a sua contra-parte africana, região que compreende as Bacias

de Douala e Rio Muni, apresenta uma assimetria significativa em termos de extensão e espessura crustal (Magalhães, 2019; Oliveira, 2019).

Outro aspecto importante para a evolução dessas bacias diz respeito à natureza crustal dos domínios que formam a PB, o domínio norte, a zona transversal e o domínio sul (Araujo et al., 2013; Neves et al., 2009) (Fig. 2). Cada uma das três bacias estudadas está diretamente ligada a um dos três domínios, e as grandes zonas transversais que limitam os domínios atuaram também como limite das bacias até o limite de crosta continental hiperestendida (Magalhães et al., 2014; Buarque et al., 2016, 2017; Vasconcelos et al., 2019; Oliveira, 2019; Oliveira et al., 2021).

Oliveira (2019) analisou as propriedades da crosta na região das três bacias aqui estudadas, incluindo a região de embasamento adjacente composta pelos três domínios da PB, com base em dados magnetométricos e de sísmica de reflexão (Programa LEPLAC). O estudo comprovou que a Bacia de Pernambuco, localizada no domínio sul apresenta propriedades térmicas distintas em relação ao domínio localizado a norte da ZCPE, possivelmente resultado de aspectos composicionais da crosta, reologia e processo de formação da margem o que inclui processos magmáticos como a influência do *hot spot* Santa Helena (Buarque et al., 2016). Os três domínios da PB apresentam características crustais que se estendem para as bacias marginais. A Bacia Pernambuco representa a região onde a Superfície de Curie apresenta menor profundidade, em relação a região a norte da ZCPE. A BPE também apresenta maior fluxo térmico e efeito de gradiente térmico em relação as bacias sedimentares posicionadas a norte da ZCPE (Oliveira, 2019).

A geometria dos planos de falhas do rifte a sul da ZCPE é relativamente distinta em relação as suas direções e intensidade de mergulho em relação do que é observado para os planos de falha que ocorrem a norte desta. Na região distal da Bacia Pernambuco, principalmente nos domínios relacionados a região do Platô de Pernambuco, as falhas apresentam estilo predominante rotacional devido ao efeito de distensão acentuado da crosta continental nesta região.

Segundo os dados de paleotensões obtidos por Correia Filho (2017) para a região *onshore* da Bacia Pernambuco, as falhas com direção NE-SW, anteriormente tratadas como normais (Polonia, 1997; Lima Filho 1998; Almeida, 2003), apresentam uma componente de movimento direcional. Em relação a possível rotação dos esforços do rifte, alguns trabalhos recentes têm ressaltado o efeito da extensão oblíqua da bacia interna e do Platô de Pernambuco, em relação ao controle exercido pelas estruturas do embasamento como as zonas

de cisalhamento de grande extensão (Magalhães, 2019; Oliveira, 2019; Vasconcelos et al., 2019).

4.2 OS EVAPORITOS DA BACIA PERNAMBUCO

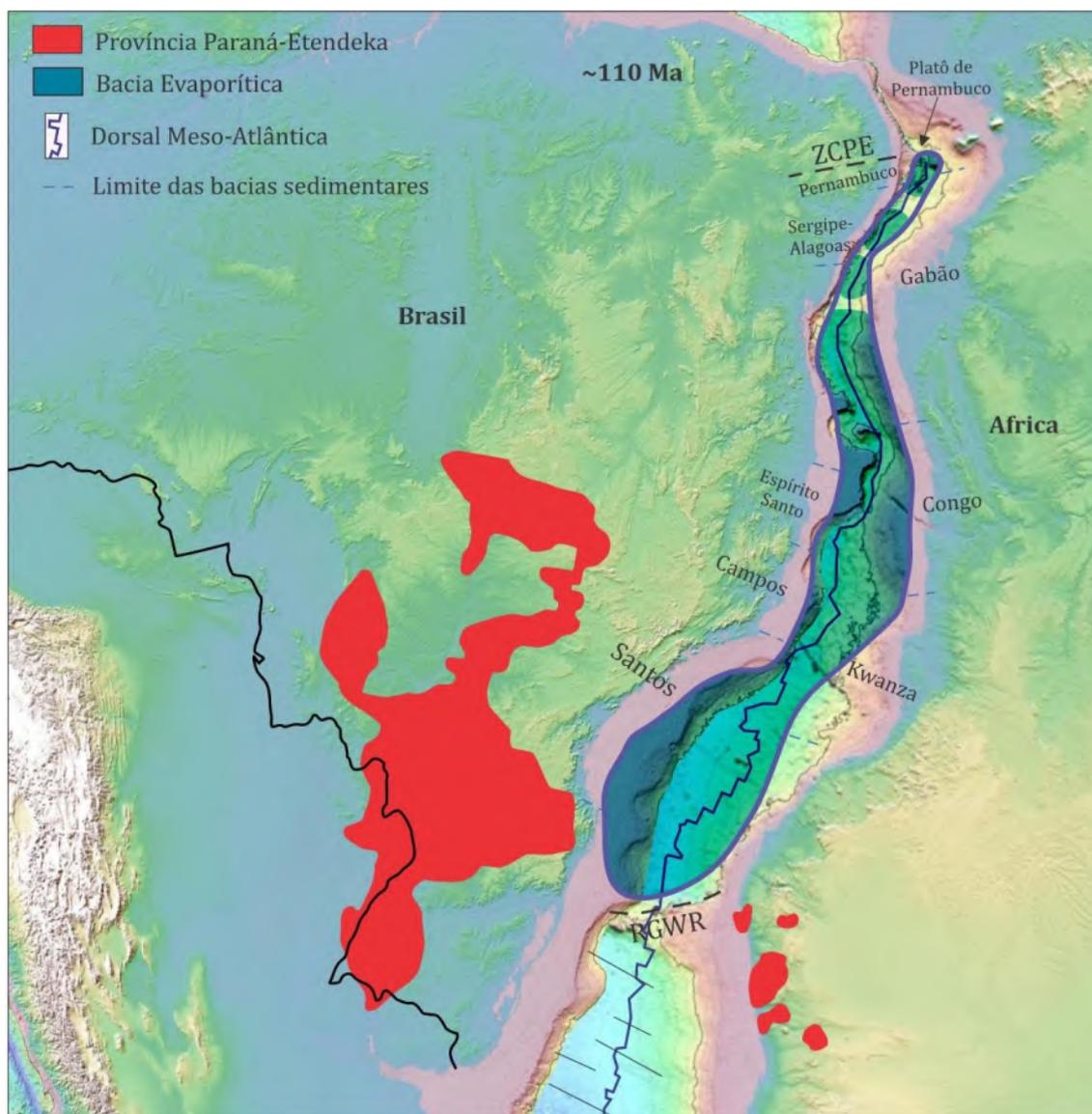
A existência da camada de sal na região do Platô de Pernambuco, possivelmente, expande a influência da deposição evaporítica durante a fase transicional (golfo) do Atlântico Sul para norte, até pelo menos o limite formado pela ZCPE e a Zona de Fratura de Fernando Poo (Fig. 56). Devido ao posicionamento estratigráfico da camada de sal mapeada dentro da tectonossequência rifte (TSq1), sugere-se que a possível idade desta seria Eoaptiano a Neoalbiano (Barbosa et al., 2014; Buarque et al., 2016). Embora não existam evidências diretas desta camada através de dados de poços, as estruturas mapeadas no registro sísmico, demonstram a existência de uma camada de sal na região distal da Bacia Pernambuco. A existência de corpos de evaporitos na BPE já havia sido relatada por trabalhos anteriores (Antunes et al., 2007; Córdoba et al., 2007; Buarque et al., 2016; 2017; Hoggett et al., 2017), embora nenhum trabalho anterior tenha realizado o mapeamento e tenha definido a extensão e aspectos da geometria desta camada. As principais evidências são representadas pelo registro de corpos diapíricos e estruturas com efeito de deformação por inflação e deflação das camadas, como *salt sheets*, *salt teardrop*, línguas de sal e almofadas de sal. É provável que a camada de sal tenha sido depositada no Eo-Aptiano-Neo-Albiano o que representaria uma extensão da bacia evaporítica do norte da Bacia de Alagoas, representada pela formação Muribeca (Mohriak et al., 1998; Rabêlo Cruz, 2008; Mohriak et al., 2008). A conexão *offshore* entre as bacias de Pernambuco e de Alagoas é pouco conhecida. Entre as faixas costeiras destas bacias ocorre um alto do embasamento denominado Alto de Maragogi-Barreiros (Correia Filho, 2017; Correia Filho et al., 2019) (Fig. 2), que limitou boa parte da deposição entre ambas no domínio proximal. No entanto, é possível que na região distal uma conexão tenha se estabelecido entre o depocentro do norte da Bacia de Alagoas e o depocentro de Itapuama, na região sul do Platô de Pernambuco (Figs. 22 e 63). A ausência de dados sísmicos de qualidade, de acesso público, sobre toda a extensão do platô não permitiu o mapeamento da distribuição e espessura da camada de sal, bem como da geometria detalhada das estruturas criadas pela deformação tardia destes corpos evaporíticos. Uma possibilidade para explicar a sua formação seria o aprisionamento de salmoura sobre os depocentros do Platô de Pernambuco durante períodos de queda do nível do mar, pelo fato do Platô de

Pernambuco representar uma estrutura elevada, composta por altos vulcânicos e estruturais, e profundos depocentros formados sobre a crosta hiperestendida.

Segundo Kukla et al. (2018), a ocorrência da camada evaporítica de idade Neoptiano que caracteriza a ampla deposição salífera no golfo do Atlântico Sul é limitada a sul pelo Alto de Rio Grande-Walvis Ridge, e pela Bacia de Sergipe-Alagoas a norte. As idades obtidas para a camada de sal no Atlântico Sul variam de 125 M.a. na Bacia de Sergipe-Alagoas, e 110 até 116 M.a. nas bacias de Campos e Santos (Davison et al., 2007; Mohriak et al., 2008). No entanto, os novos dados trazidos por esta pesquisa, permitem propor que a região representada pela Zona de Cisalhamento Pernambuco, no limite entre as bacias Pernambuco e Paraíba, tenha funcionado como a última barreira a norte, para a formação de condições de precipitação de evaporitos, durante a fase tardia do golfo do Atlântico Sul (Fig. 63). Matos et al. (2021) reconhece que a camada de sal está posicionada na seção rifte da Bacia de Pernambuco (Barremiano-Albiano).

Nas bacias de Rio Muni e Douala ocorrem camadas de evaporitos, de idade Neoptiano (Turner et al., 2008; Lawrence et al., 2016), de forma menos expressiva do que observado mais a sul, nas bacias do Gabão e Angola, por exemplo. Contudo, estas bacias da margem oeste da África, juntamente com a Bacia de Pernambuco, representam o limite mais a norte do registro de evaporitos do amplo golfo Atlântico.

Figura 63 – Figura esquemática ilustrando a extensão da camada evaporítica da fase golfo do Atlântico Sul em relação a paleogeografia do rifte durante o Neoaptiano. A região do Platô de Pernambuco funcionou como mais uma área de deposição de evaporitos durante o período de restrição do golfo, e desta forma, juntamente com as bacias de Douala e Rio Muni, pode ter formado o limite mais ao norte para a deposição de evaporitos. O polígono em verde que representa a ocorrência de sal nas bacias marginais brasileiras foi modificado de Davison (2007).



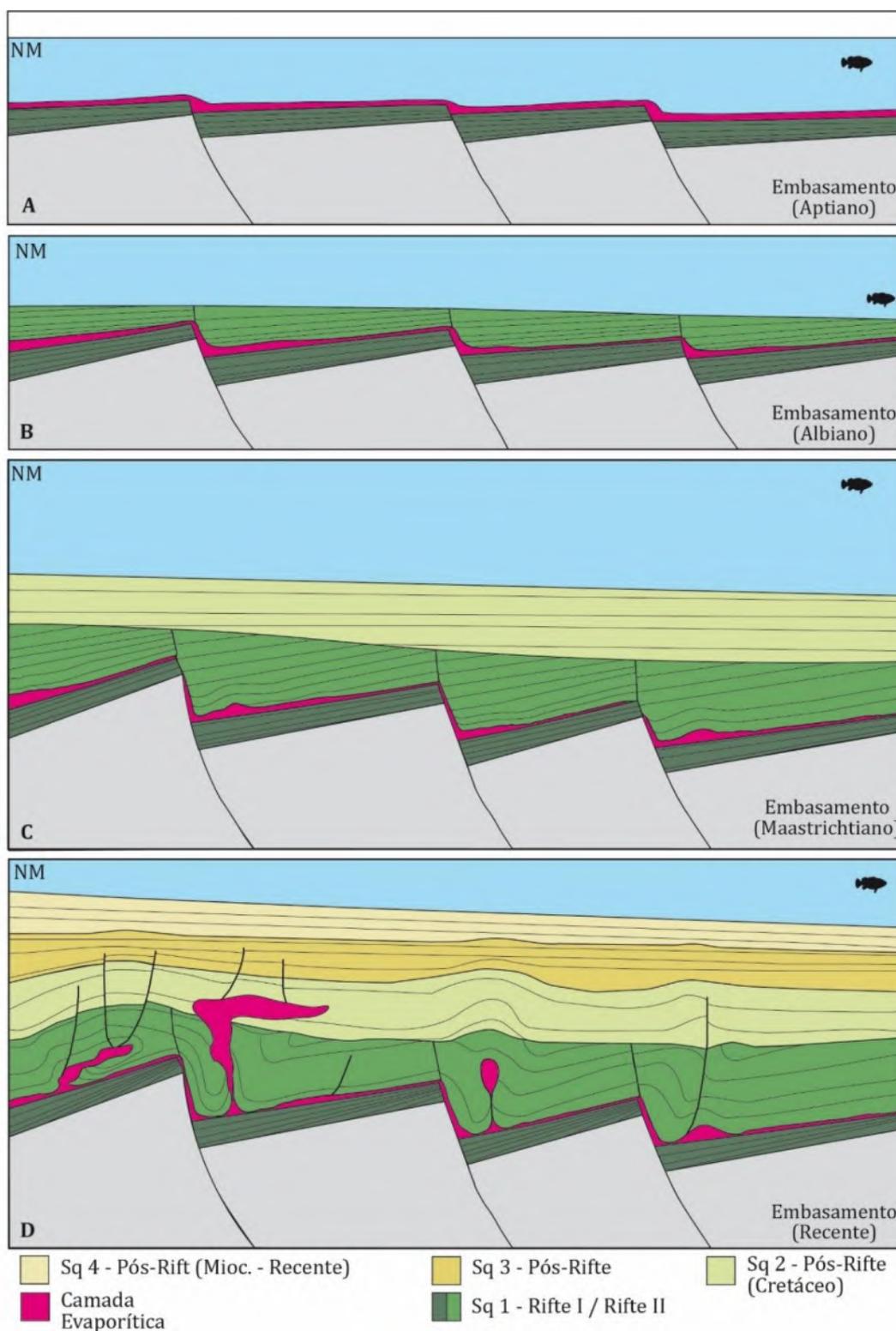
Fonte: O autor (2022).

A deformação provocada pela camada de sal na região do Platô de Pernambuco apresenta aspectos extremamente particulares. De acordo com Hudec & Jackson (2007), a deformação da camada evaporítica da Bacia Pernambuco, pode ser explicada originalmente por processos reativos, pelo menos nos estágios iniciais de deformação. As falhas rifte ainda permaneceram ativas após a deposição da camada de sal, causando rotação e deformação da mesma pelos esforços extensionais do rifte. Após a fase rifte, e com o aumento da pressão

litostática devido a deposição da sucessão de estratos pós-rifte e drifte, a camada passou por um processo de deformação passiva, o que produziu uma movimentação mais efetiva da camada de sal (Fig. 64). Basicamente dois fatores influenciaram de forma expressiva na deformação da camada de evaporitos; 1 – movimentação dos planos de falha relacionados a fase rifte da BPE. 2 – O aumento da pressão com a deposição dos estratos de toda a sucessão pós-rifte e drifte, que fez com que a camada de evaporitos passasse a se deslocar dos depocentros para as regiões próximas as bordas dos altos regionais, devido ao gradiente regional e ao alívio de pressão nestas áreas, com menor espessura da coluna sedimentar.

Devido à complexidade da movimentação da camada de sal, foi proposto um modelo evolutivo de deformação da camada de sal com base em quatro estágios mediados pela tectônica e pelo efeito da sedimentação; **1ª fase** – deposição da camada de sal na região do Platô de Pernambuco. Durante a deposição, possivelmente no Neoptiano, as falhas do rifte ainda estavam ativas, o que perdurou na região distal da margem até pelo menos o início do Albiano neste trecho do rifte atlântico (Turner et al., 2008; Barbosa et al., 2014; Caixeta et al., 2014). Este processo criou diferenças no espaço de acomodação, o que pode ter dado início ao processo de deformação posterior nestes locais; **2ª fase** – Após a deposição dos evaporitos, duas etapas ocorreram: a rotação dos estratos, devido ao crescimento dos planos das falhas do rifte, e o aumento da sucessão sedimentar marinha. Este processo iniciou o desequilíbrio da camada de sal, que foi segmentada e que já apresentava variações de espessura. Esta fase deu início a deformação reativa dos evaporitos; **3ª fase** – A segmentação das camadas de evaporito produzida a partir dos falhamentos da fase rifte, e o basculamento dos blocos crustais resultou no aumento de pressão sobre os corpos de sal soterrados no interior dos depocentros dos meio-grabens. Isto deu início ao processo de diapirismo e extrusão do sal formando linguas de sal e *salt sheets* devido ao movimento lateral dos evaporitos que acompanhou o basculamento final dos estratos; **4ª fase** – Com o espessamento da coluna sedimentar e a deposição de toda a tectonossequência drifte durante a fase de subsidência termal da margem, ocorreu o aumento da pressão litostática, e o processo de movimentação do sal se intensificou. Em alguns casos a extrusão de corpos delgados paralelos ou sub-paralelos ao acamamento basculado dos estratos do rifte e da sucessão pós-rifte criou a situação de duas camadas sobrepostas de evaporitos - uma autóctone e outra alóctone (Figs. 39, 40 e 64).

Figura 64 – Modelo evolutivo em quatro estágios da tectônica do sal que ocorre na região do Platô de Pernambuco. A) 1º Fase – Deposição da camada de sal sobre os depósitos da fase rift (Barremiano?-Aptiano); B) 2º Fase – Início da deposição da sequência sedimentar relacionada a segunda fase rift; C) 3º Fase – Início da deformação da camada de sal pelas falhas rift; D) 4º Fase – Deformação da camada de sal pelo efeito do aumento da pressão litostática provocada pela deposição da coluna sedimentar drifte.



Fonte: O autor (2022).

O processo de reconhecimento e caracterização da camada de evaporitos presente na região do Platô de Pernambuco apresenta enormes implicações para o delineamento futuro de sistemas petrolíferos. Além do potencial como rocha selante, a deformação dos evaporitos apresenta também enorme influência no processo de migração de hidrocarbonetos (Hudec & Jackson, 2007; Davinson, 2007; Adam & Krezsek, 2012). Aqui foi apresentado um primeiro modelo sobre o processo de formação e deformação dos evaporitos da BPE, que considera a participação das camadas de sal no processo de rifteamento.

4.3 DEFORMAÇÃO PÓS-RIFTE DAS BACIAS MARGINAIS DO NORDESTE DO BRASIL E NA CROSTA OCEÂNICA ADJACENTE.

Além das estruturas compressivas induzidas pela movimentação da camada de sal que ocorre na região distal do Platô de Pernambuco, foram observadas evidências de reativação tectônica posteriores ao rifte a partir dos dados de sísmica de reflexão 2D. Conforme demonstrado, os planos de falha reativados afetaram depósitos cenozoicos que foram depositados na região *offshore* das bacias Pernambuco, Paraíba e da Plataforma de Natal (Figs. 41, 42, 48 e 49).

Os planos de falha reativados apresentam uma geometria característica em *splays* formados a partir da terminação dos planos de falha do rifte. Normalmente, as falhas criadas por reativação das falhas do rifte em geral apresentam uma geometria de estrutura do tipo flor. Em alguns casos ocorre o predomínio de esforços extencionais, que resultaram na formação de uma estrutura do tipo flor negativa, e em outros casos, ocorre o predomínio de esforços compressivos, resultando em uma geometria em flor positiva. A combinação deste estilo estrutural indica a existência de faixas transpressivas e transtensivas, principalmente nos domínios das bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal (Fig 54). No caso da Bacia Pernambuco, este evento de reativação tectônica pós-rifte, foi acomodado por um arcabouço estrutural mais antigo que envolve a interação das zonas de cisalhamento NE-SW e E-W, e três famílias de falha rifte com direções NE-SW, NNE-SSW e NW-SE, que atuaram como falhas normais e de transferência durante a fase rifte, respectivamente.

Segundo Zalan (1986a, 1986b), a presença de estrutura em flor, indica uma reativação tectônica de forte componente transcorrente (Huang & Liu, 2017). A estrutura em flor é representada por uma associação de planos de falha que formam uma geometria em cálice. Dependendo da cinemática de cada plano de falha, a estrutura em flor pode ser classificada

como positiva, ou negativa. No primeiro caso, ocorre o predomínio de estruturas compressivas, e no segundo caso ocorrem estruturas extensionais (Figs. 48, 49 e 50).

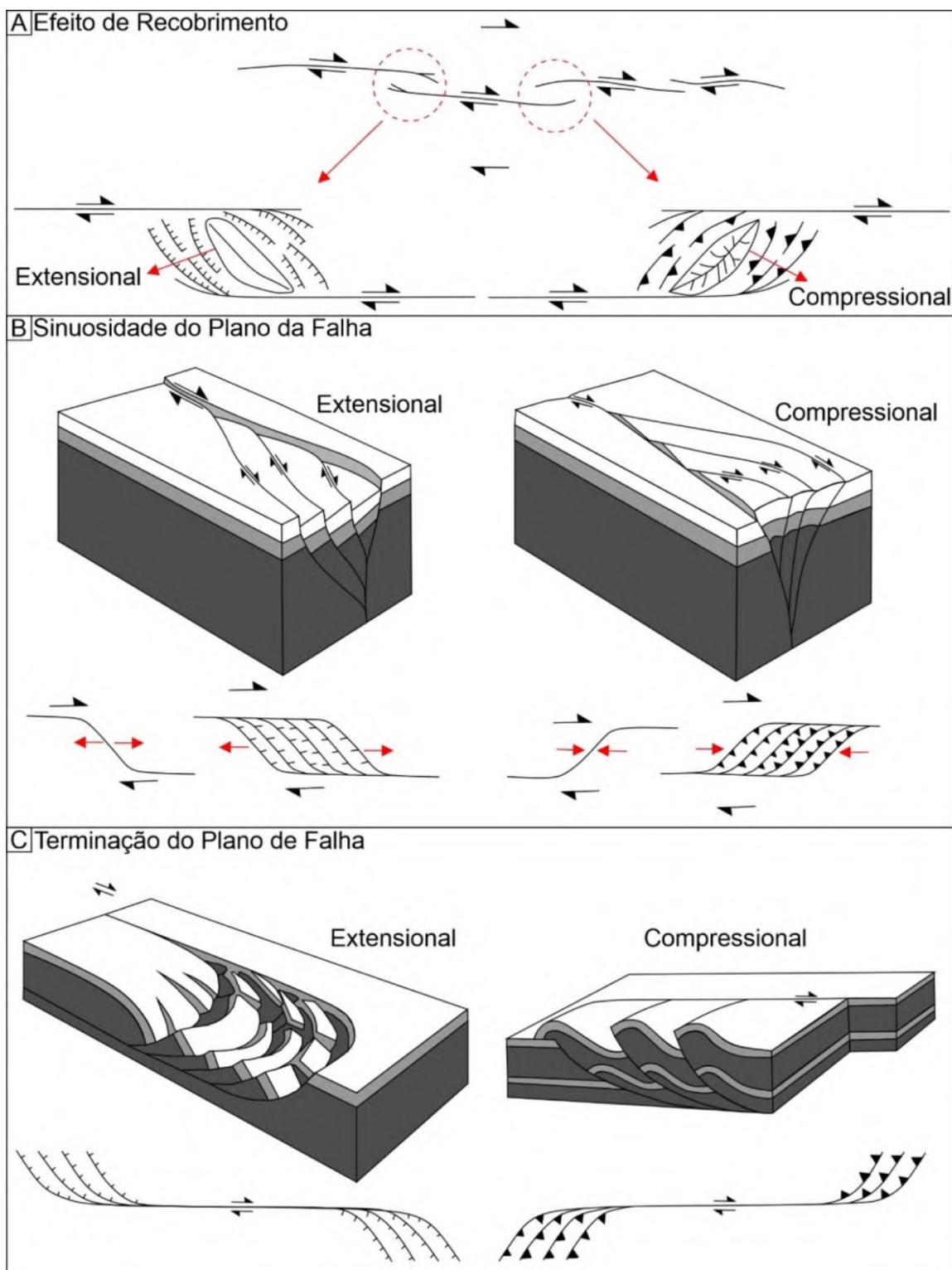
É possível perceber com base no mapa de distribuição dos rejeitos associados às falhas que se propagaram nos depósitos cenozoicos (Fig. 54), que um mesmo plano de falha, pode apresentar trechos com rejeito normal e trechos com rejeito reverso. Este aspecto foi tratado de acordo com a bimodalidade do histograma dos valores de rejeito em tempo. Os aspectos observados nestes planos reativados através do registro sísmico sugerem que a reativação foi de natureza transcorrente. Zalan (1986a, 1986b) observou feições semelhantes em seções sísmicas em algumas bacias da margem equatorial brasileira (Zalan, 1986a, 1986b; Huang & Liu, 2017). As estruturas em flor negativas ocorrem em eventos de transtensão, quando a transcorrência é combinada a uma componente extensional de movimento. Nas estruturas em flor negativa, a geometria dos estratos está relacionada a uma cunha voltada para cima com o predomínio de falhas normais. As falhas normais que compartimentam a estrutura em flor negativa apresentam um mergulho convergente em profundidade, e são ancoradas em planos de falha mais antigos que atinge o embasamento cristalino (Van der Pluijm & Marshak, 2004). No caso da estrutura em flor positiva, ocorre uma combinação de movimentos transcorrentes e compressivos. Na região mais rasa da estrutura, ocorre a formação de uma cunha voltada para baixo, o que pode ser definido como uma geometria anticlinal. Da mesma forma, as falhas reversas convergem em profundidade para as falhas mais antigas que alcançam o embasamento cristalino (Van der Pluijm & Marshak, 2004).

A interpretação dos dados sísmicos disponíveis revelou que a deformação resultante da reativação produziu principalmente estruturas relacionadas as faixas transpressivas e transtrativas (Fig. 54). Outros estudos, realizados na região *onshore* da área de estudo, na faixa costeira e embasamento das bacias de Pernambuco e da Paraíba (Bezerra et al., 2014; Lima et al., 2016; Correia Filho et al., 2019), também mostraram efeito semelhante em termos de esforços relacionados a deformação tardia e ao tipo de estruturas identificadas em afloramentos localizados na faixa costeira das bacias estudadas. Estudos realizados na cobertura sedimentar representada pela Formação Barreiras e sedimentos Pós-Barreiras, de idade Mioceno-Holoceno, constataram a presença de sistemas de falhas e dobras que foram produzidos por dois campos de tensões transcorrentes instalados no nordeste do Brasil após o *break up* do rifte no Atlântico Sul Central; 1 – teria atuado do Campaniano até o meso-Mioceno, e os tensores deste sistema apresentaram compressão máxima e extensão subhorizontalizadas, N-S e E-W, respectivamente (Bezerra et al., 2020); 2 – desde o Mioceno até o Recente. Neste campo de tensões mais recente a compressão máxima e extensão

continuaram subhorizontalizados e assumiram uma direção E-W e N-S, respectivamente (Bezerra et al., 2020).

É possível que a geometria das estruturas mais antigas, juntamente com aspectos de reologia das rochas e aspectos termais tenham controlado a cinemáticas dos planos reativados, conforme discutido por Osagiede et al. (2019), a partir de dados geofísicos da região do Mar do Norte. A direção dos planos de falha juntamente com a geometria das zonas de cisalhamento e falhas do rifte, controlaram a cinemática das estruturas criadas pelo evento de reativação tectônica na região nordeste do Brasil (Fig. 65).

Figura 65 - Diagramas esquemáticos mostrando o efeito de geração de estruturas a partir da instalação de regime transpressivo e transtensivo em sistemas transcorrentes. A figura ilustra os três aspectos que controlam a formação dos corredores transpressivos-transtativos, observado neste estudo para as estruturas de reativação *offshore*; A) efeito de recobrimento de planos de falha; B) sinuosidade do plano de falha; C) terminação dos planos de falha (modelos modificados de Van der Pluijm e Marshak, 2004).



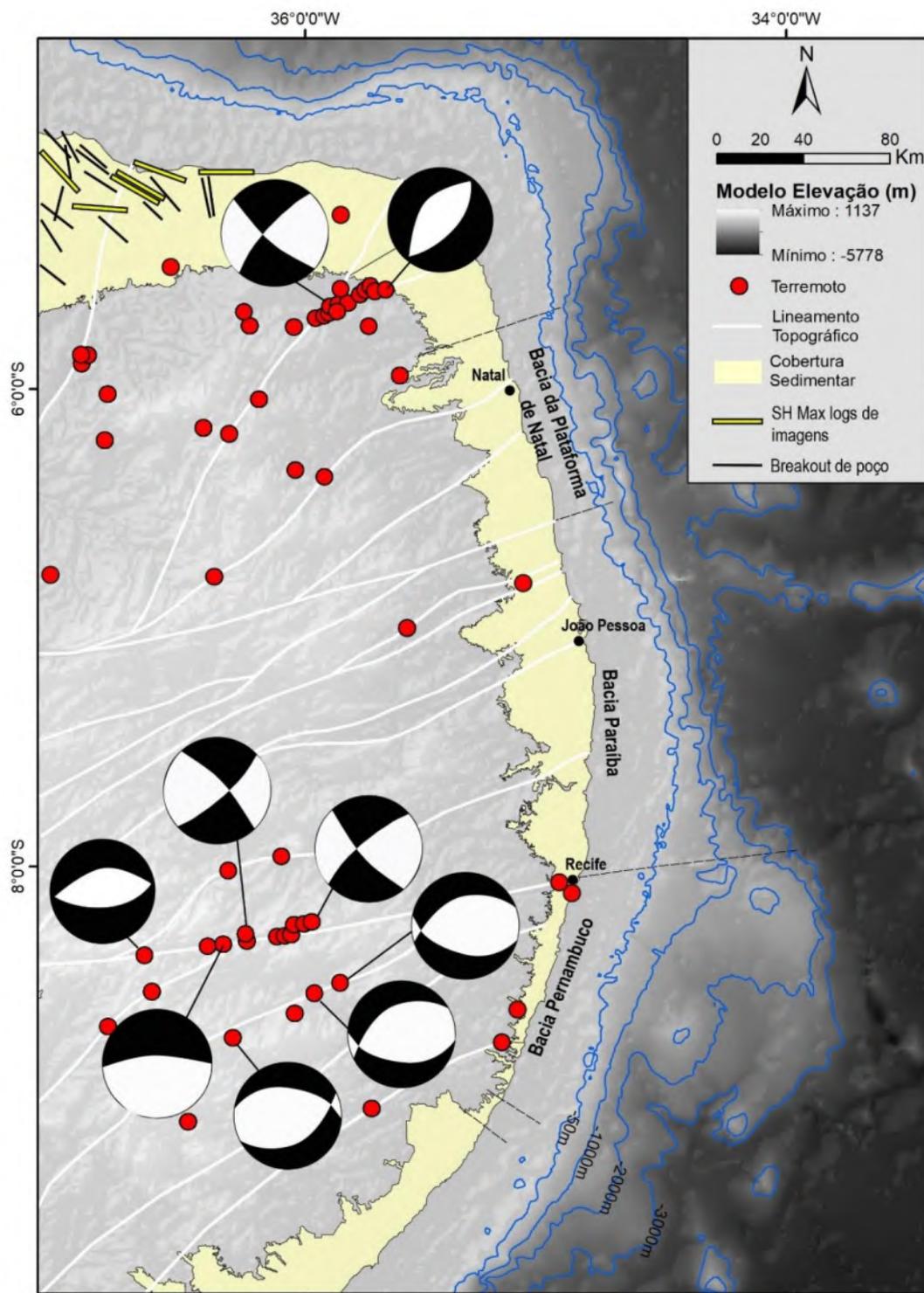
Fonte: Modificado de Van der Pluijm & Marshak (2004).

Em bacias sedimentares de margem passiva é comum a existência de estruturas compressionais/transpressionais contemporâneas e/ou tardias aos esforços distensivos associados à sua abertura (Zalán, 1986a, 1986b, 1991; Zalán, 2005). A origem destas estruturas compressionais/transpressionais, normalmente está associada a mais de um evento de encurtamento crustal, os quais podem apresentar idades, gênese e magnitude distintas (Doré et al., 2008). A ocorrência de estruturas compressionais em bacias de margem passiva, segundo modelos propostos na literatura, pode ter origem nos seguintes mecanismos: 1) deformações provocados por orógenos a partir da propagação do esforço para regiões distantes, conhecido como o efeito de *far-field* (Vagnes et al., 1998; Brekke, 2000); 2) reativação da trama dúctil do embasamento próximo a bacia sedimentares por acomodações regionais de placa (Doré & Lundin, 1996); 3) esforços promovidos pelo destaque topográfico como *ridge push* (Doré & Lundin, 1996; Boldreel & Andersen, 1998), 4) arrasto do manto (Mosar et al. 2002); 5) em bacias marginais com espessura sedimentar muito expressiva, mais de 7 km. Nestes casos a pressão litostática pode ocasionar acomodações localizadas, resultando em uma compactação diferencial (Stuevold et al., 1992; Kjeldstad et al., 2003), e, 6) efeito de domação vulcânica em margens que foram preenchidas por material vulcânico intrusivo (Doré et al., 2008).

Um aspecto extremamente importante para a compreensão da mudança de regime tectônico na região marginal formada pela borda oriental da PB, no nordeste do Brasil, são os registros de eventos sísmicos que ocorrem com frequência nesta parte do escudo sulamericano (Bezerra et al., 2011; Bezerra et al., 2014; Bezerra et al., 2020). Na área de estudo, principalmente em sua região *onshore*, vários sismos já foram registrados no embasamento próximo das bacias sedimentares estudadas, e no interior da Bacia Potiguar (Bezerra et al., 2011). A partir da análise de mecanismos focais provenientes dos sismos registrados na Província Borborema, é possível identificar o regime de movimentação da estrutura que deu origem aos eventos, que muitas vezes se encontra disposto de forma paralela ao arcabouço estrutural prévio, e em outras ocasiões não (Assumpção, 1992; Ferreira et al., 1998, 2008; Bezerra et al., 2011; Lima Neto et al., 2013; Bezerra et al 2014, 2020). O que indica que em várias ocasiões o próprio núcleo da zona de cisalhamento ou a foliação milonítica associada foi reativada, como no caso das Zonas de Cisalhamento de Pernambuco e João Câmara (Ferreira et al., 1998, 2008). Dados obtidos a partir do registro de eventos sísmicos, que podem indicar o tipo de movimento (diagramas do tipo *beach balls*), juntamente com dados de *breakout* de poços e *logs* de imagem de poço, indicam que o campo de tensões instalado no embasamento da PB e na região *onshore* de algumas bacias do NE do Brasil (Bacia Potiguar),

está relacionado a uma configuração na qual os tensores compressivos máximo e mínimo estão subhorizontalizados, e apresentam uma orientação E-W e N-S, respectivamente (Bezerra et al., 2014; Bezerra et al., 2020). Na Figura 66 foram compilados os dados de alguns sismos registrados na PB nas últimas duas décadas, que demonstram a atividade associada principalmente às zonas de cisalhamento regionais desta província, as quais também controlaram a formação das bacias marginais, e as zonas de fratura em crosta oceânica (Vasconcelos et al., 2019) (Figs. 62 e 66). Quando observada a relação espacial, entre a localização dos sismos e o efeito de reativação na região *offshore* (distribuição e magnitude das falhas), percebe-se a relação de encurtamento crustal que está produzindo o regime transcorrente nas estruturas paralelas ao sistema de tensões instalado na porção oriental da PB. O efeito pode ser interpretado como a reativação na forma de falhas inversas que dominam os trechos norte e sul da região marginal, e que estão relacionados aos domínios Sul e Norte da PB. A distribuição irregular das estruturas e da resposta ao sistema tectônico instalado pode ser uma consequência da geometria da margem, da reologia crustal dos três domínios da Província Borborema, da geometria de estruturas geológicas crustais como as zonas de cisalhamento regionais, e a espessura da crosta ao longo da PB (Morais Neto & Alkmim, 2001; Oliveira, 2008).

Figura 66 – Modelo digital de elevação da região marginal estudada, e do interior da PB mostrando as principais zonas de cisalhamento da PB. No mapa estão plotados alguns eventos sísmicos que ocorreram nos últimos 30 anos na Província Borborema de magnitude < 6 na escala Richter. Os diagramas do tipo *beach balls* mostram a cinemática, componente de movimento, envolvida na criação dos sismos (mapa modificado de Bezerra et al., 2014, 2020). Também foram plotados os dados de campo de tensões obtidos a partir de *logs* de imagens e *breakout* de poços perfurados na Bacia Potiguar.



Fonte: O autor (2022).

Possivelmente, um dos fatores que controlaram as tensões que atuam no interior da Província Borborema, tem sua origem na tectônica convergente relacionada a formação da cordilheira dos Andes. Este processo orogênico é responsável pelo efeito de propagação da tensão produzida pela convergência entre a placa tectônica de Nazca e Sul-Americana para regiões distantes (*far-field*). É interessante enfatizar que a região mais ativa, relacionada aos Andes Centrais, está posicionada diretamente de forma perpendicular a região nordeste do Brasil, onde a placa sulamericana apresenta maior largura. Propõe-se que a distribuição destas tensões afeta o nordeste do Brasil e provoca a reativação das zonas de cisalhamento e falhas mais antigas da Província Borborema (Marques et al., 2013; Bezerra et al., 2014; Marotta et al., 2013, 2015). Além da influência da convergência andina no processo de reativação tectônica, também é necessário mencionar a contribuição do espalhamento da dorsal mesoatlântica e a contribuição de sua topografia elevada provocando o efeito de *ridge-push* sobre o campo de tensões regional instalado no nordeste do Brasil (Marques et al., 2013; Bezerra et al., 2020). A orogenia andina induz uma componente compressiva máxima voltada para leste (Ramos & Folguera, 2009; Ramos & Perez, 2001), e o espalhamento da dorsal, associado ao efeito de *ridge-push* promove uma componente compressional de sentido contrário, voltada para oeste, a combinação destas componentes, permite sugerir que o campo de tensão atuante no nordeste brasileiro está orientado aproximadamente na direção E-W. Ao longo do tempo este campo de *stress* pode assumir pequenas oscilações locais para WNW-ESSE ou WSW-ENE, conforme já tinha sido proposto pelos estudos de paleotensões em planos de falha que cortam principalmente a Formação Barreiras presente na região *onshore* da área das bacias sedimentares estudadas (Marques et al., 2013; Bezerra et al., 2014; Marotta et al., 2015; Correia Filho, 2017; Bezerra et al., 2020).

É importante destacar que quatro eventos tectônicos relacionados a orogenia andina foram responsáveis por afetar a evolução geológica posterior a fase rifte das bacias sedimentares localizadas no nordeste do Brasil, produzindo eventos de soerguimento conhecidos a partir dos dados de traço de fissão de apatita (Morais Neto & Alkmim, 2001). Estes eventos são conhecidos como Mochica (Eoalbio), Peruvian (Neocretáceo), Incaico (Eoceno) e Quechua (Mioceno-Plioceno) (Grazione et al., 2008; Maunde & Alves, 2020). O quarto pulso de soerguimento ocorreu no final do Mioceno, e pode ter sido responsável pela deformação observada nos afloramentos da Formação Barreiras no nordeste brasileiro.

Este processo de choque entre as duas placas tem gerado, desde o Neocretáceo, um fenômeno importante que é a redução da velocidade (desaceleração), de espalhamento da

placa oceânica adjacente a margem sulamericana (Brune et al., 2016). Estes autores demonstraram inclusive que a desaceleração apresenta dois momentos de intensificação relacionados a abertura do Atlântico. Brune et al. (2016) mostrou que após o rifte, a velocidade de espalhamento da crosta oceânica é progressivamente menor. É possível que estes eventos de desaceleração da crosta oceânica possam estar relacionados com períodos de soerguimento e denudação do interior da PB durante as fases pós-rifte e drifte. Na margem oeste africana, o processo de flexão crustal resultou no soerguimento da margem e na geração de importante evento erosivo, bem documentado nas bacias de Rio Muni e Douala (Lawrence et al., 2002).

Além dos processos de reativação relacionados aos efeitos de *far field*, alguns autores propuseram que os efeitos de soerguimento, observados nas bacias sedimentares do interior do Nordeste brasileiro, estão relacionados a uma erosão diferencial em resposta a um arqueamento regional do núcleo da PB (Peulvast & Bétard, 2015). Uma das evidências deste processo de arqueamento é a ocorrência de depósitos sedimentares em cotas altimétricas elevadas que podem atingir 800 a 1000m de altitude acima do nível do mar (Magnavita et al., 1994; Morais Neto et al., 2009; Gurgel et al., 2013; Peulvast & Bétard, 2015; Marques et al., 2014; Correia Filho et al., 2021), estes depósitos estão em cotas altimétricas mais elevadas do que o próprio embasamento cristalino adjacente (Morais Neto & Alkmim, 2001; Morais Neto et al., 2009). No entanto, este efeito é bem conhecido no núcleo central da PB, que através da modelagem de dados geofísicos potenciais, foi proposta a atuação de um *underplate* magmático na base da crosta desta região (Oliveira, 2008; Oliveira & Medeiros, 2018; Jardim de Sá et al., 1999). Luz et al. (2015) estudando a evolução da crosta relacionada a PB, propôs que o processo responsável pelo soerguimento do escudo central da PB foram processos de delaminação que controlaram a espessura da crosta da PB. Sacek et al. (2019) sugeriu que a domação foi causada pelo afinamento litosférico e consequentemente *rebound* devido a *edge-driven convection* que afetou a margem leste da PB. Klöcking et al. (2020) revisou dados geofísicos da PB, e também sugeriu a atuação do mesmo mecanismo de *edge-driven convection* como gatilho para explicar o soerguimento do escudo central da PB e consequentemente a erosão diferencial que afetou as unidades litoestratigráficas que compõe a PB.

A estimativa do montante de soerguimento que o núcleo da PB sofreu é complexa porque envolve uma série de fatores como isostasia, longo períodos de erosão diferencial ao longo do tempo, eustasia e aspectos sedimentares e deposicionais de cada bacia sedimentar instalada neste domínio da PB. Magnavita et al. (1994) estudou o soerguimento no sistema

Recôncavo-Tucano-Jatobá, e baseado nos seus aspectos estratigráficos e estruturais propôs um montante de soerguimento de 600m para estas bacias sedimentares. Peulvast e Bétard (2015) estimou uma amplitude de soerguimento de 600 a 700m de inversão topográfica e denundação, o que provocou a erosão e retração de escarpas. Recentemente, Sacek et al. (2019) através de dados de modelagem numérica, propôs um soerguimento de aproximadamente 250m e Klöcking et al. (2020) a partir da análise de dados geofísicos, fez uma estimativa de soerguimento de até 235 +/- 80m.

A dinâmica relacionada ao manto *edge-driven convection*, em conjunto com os efeitos de *far-field* e *ridge-push*, são os mecanismos responsáveis pelos eventos de reativação cenozoica, bem documentados tanto nas bacias sedimentares do interior da BP quanto em suas bacias marginais (Bezerra et al., 2014; Sacek et al., 2019; Klöcking et al., 2020; Correia Filho et al., 2021). É possível que estes mecanismos tenham atuado em conjunto no modelamento e compartimentação da configuração geomorfológica atual da PB com intensidades distintas de acordo com o domínio no qual a área de interesse esteja localizada.

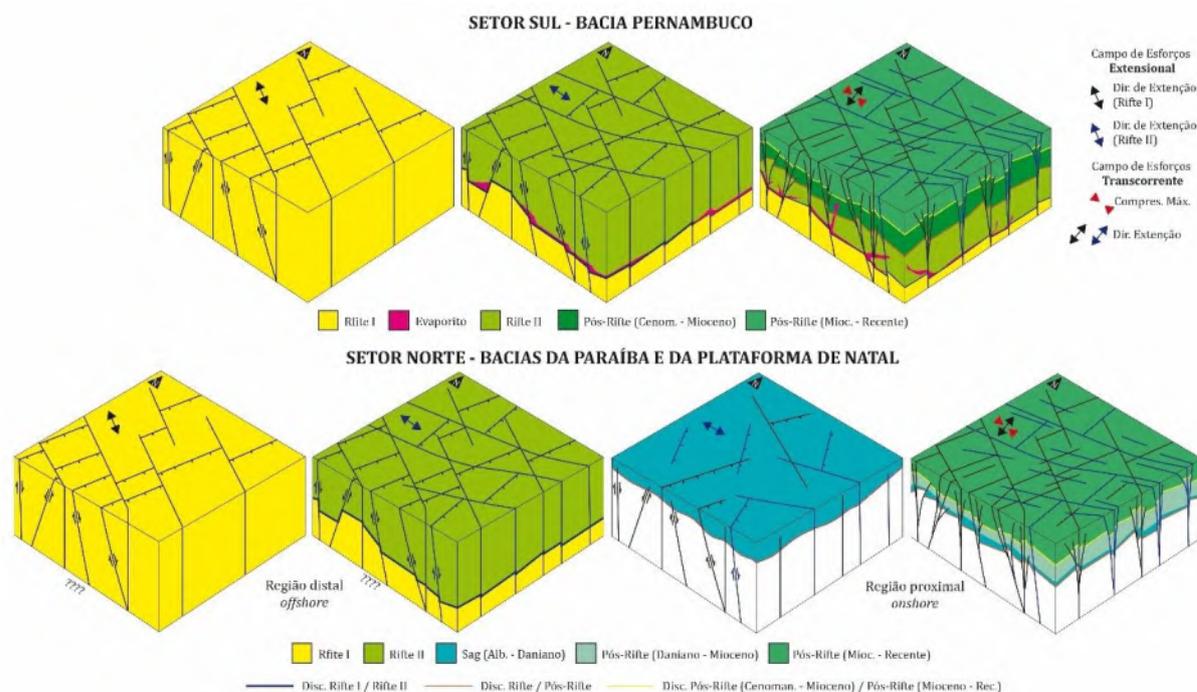
No entanto, o mecanismo predominante na área de estudo é a instalação do regime transcorrente nas estruturas da margem brasileira no setor estudado devido aos efeitos de *far-field* e *ridge-push*. Este tem provocado desde o Cretáceo a reativação tectônica de estruturas do embasamento, com a propagação de falhas sob regime transcorrente, e consequente deformação dos estratos até o Recente. Este processo, tem inclusive influência na criação de deformação nas zonas de fratura e no ajuste na cinemática de deriva da placa oceânica. Conforme observado por este estudo, a presença de falhas com rejeito reverso na placa oceânica, inclusive falhas paralelas as grandes zonas de fratura evidenciam a acomodação dessa desaceleração de espalhamento e a instalação da componente transcorrente nas estruturas da placa oceânica. Os rejeitos dos planos de falha são pequenos (média de < 1 ms) (Fig. 52), o que sugere, contudo, uma baixa magnitude dos esforços instalados na região estudada. Basicamente o que controlou a cinemática de reativação dos planos relacionados ao arcabouço estrutural prévio, foram alguns aspectos como a orientação dos planos envolvidos e os aspectos reológicos das rochas cortadas por estas estruturas (Osagiede et al., 2019). Com base na orientação dos planos relacionados ao arcabouço estrutural prévio da região estudada, foi realizada uma classificação da susceptibilidade de cada plano aos efeitos de reativação tectônica em resposta ao campo de tensões instalado na margem (Figs. 67 e 68). Além da susceptibilidade, a pesquisa propôs a estimativa da cinemática do movimento destes planos em função de sua orientação. Entretanto, este tipo de quantificação obteria resultados de melhor

qualidade a partir do uso de dados de sismica 3D em estudos futuros, o que poderia validar a proposta aqui apresentada.

A pesquisa observou que existe uma correlação importante entre os resultados da análise dos planos de falhas tardias ao rifte (distribuição e magnitude), com os dados de mecanismos focais obtidos a partir de sismos que ocorreram na região *onshore* vizinha a área de estudo, para o embasamento cristalino. Além dos dados obtidos pelos métodos geofísicos, sismologia e interpretação sísmica, a Figura 68 integra dados coletados em um afloramento localizado sobre a Zona de Cisalhamento Pernambuco no embasamento próximo a BPE, Região Metropolitana do Recife. Neste local foi possível estudar a ocorrência de *clusters* de falha normal que corta a Formação Barrerias. A direção do plano de falha, é paralela a foliação milonítica relacionada a zona de cisalhamento Pernambuco, de direção E-W. O plano de falha apresenta um mergulho moderado de aproximadamente 48° para sul. Os depósitos da Formação Barreiras foram cortados por falhas normais neste local, o que demonstra que a trama dúctil da ZCPE está sendo reativada por este campo de tensões instalado na margem nordeste do Brasil, assim como as falhas rifte da Bacia Pernambuco e o domínio de crosta oceânica adjacente às bacias sedimentares estudadas. A reativação, basicamente, afetou a cobertura sedimentar pós-*break up* a partir da criação de falhas ancoradas no embasamento que foi estabelecido pelo rifte (ativação de zonas de cisalhamento e criação de falhas de transferencia e falhas normais) (Figs. 67 e 68).

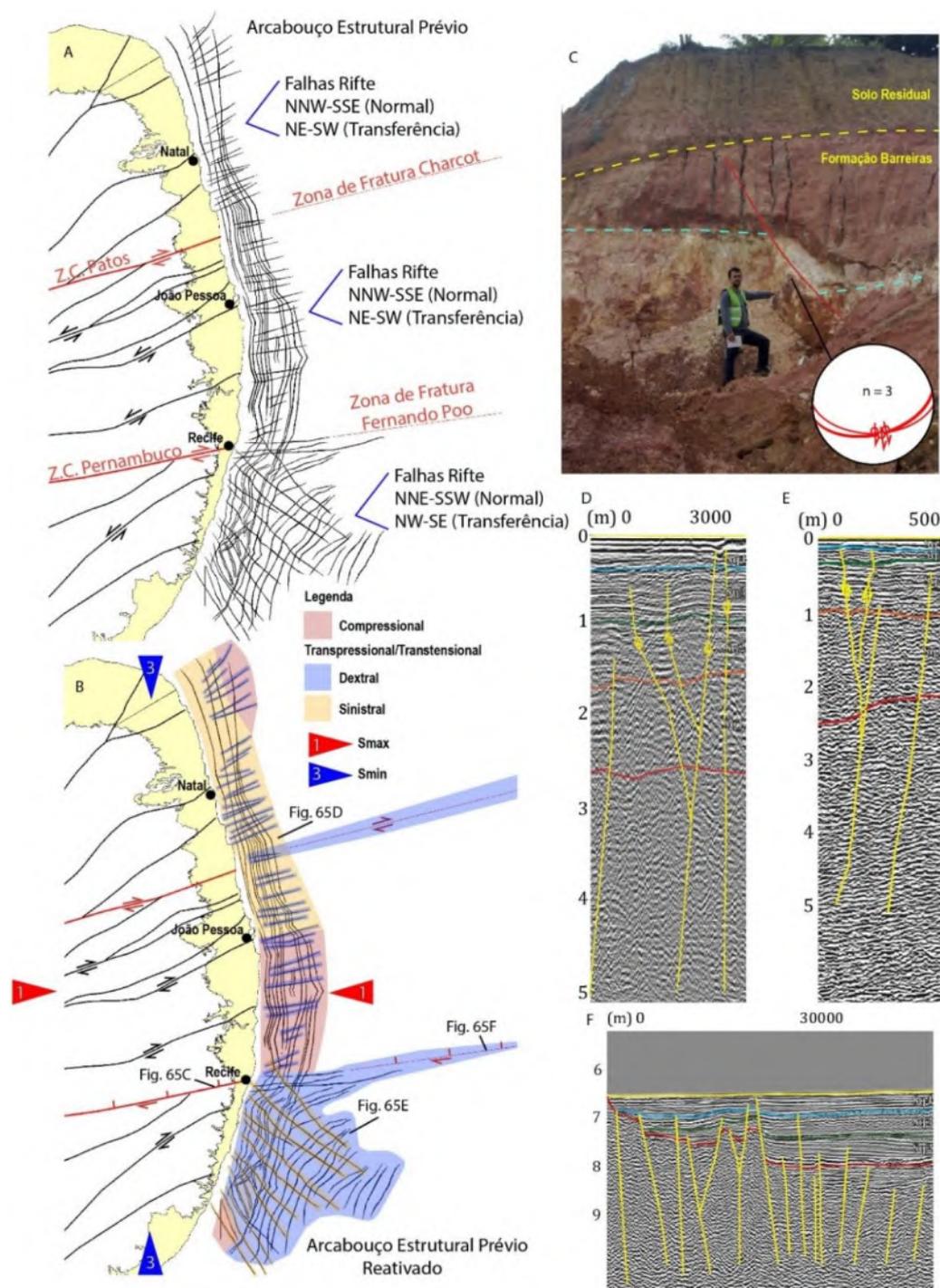
Com base na integração dos dados analisados pela presente pesquisa foi possível elaborar o modelo evolutivo do arcabouço estrutural das bacias sedimentares estudadas, incluindo a dinâmica da fase rifte, a tectônica da camada de sal que ocorrem no setor sul da área de estudo (Bacia Pernambuco) e a tectônica posterior a fase rifte, provavelmente de idade cenozoica, que afetou toda a margem oriental do nordeste brasileiro (Fig. 67).

Figura 67 – Modelo evolutivo estrutural das bacias sedimentares estudadas. Os três blocos diagramas superiores representam a evolução do arcabouço estrutural da Bacia Pernambuco (setor sul), e os quatro blocos inferiores representam o arranjo das estruturas presentes nas bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal. A ausência de dados sísmicos de melhor resolução impede a observação dos depósitos relacionados a fase Rífte I e Rífte II nas bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal, no entanto é possível que estes depósitos tenham sido depositados na região mais distal destas bacias.



Fonte: O autor (2022).

Figura 68 – Resumo das informações reunidas pela pesquisa sobre o arcabouço estrutural da área estudada e o padrão de regimes estabelecido pela reativação da margem rifteada da Borborema. a) Distribuição das falhas mapeadas no embasamento sísmico das bacia marginais que influenciaram o processo de rifte, b) Distribuição dos regimes e cinemática das estruturas geradas pela reativação das falhas envolvidas do rifte, c) Falha normal criada no embasamento da Bacia Pernambuco que afetou a Formação Barreiras, d e e) exemplos de falhas que se propagam para os estratos do Cenozoico na região plataforma das bacias estudadas, e f) exemplo de falhas que afetaram depósitos do final do Cretáceo ao Recente, sobre a região de crosta oceânica adjacente as bacias estudadas.



Fonte: O autor (2022).

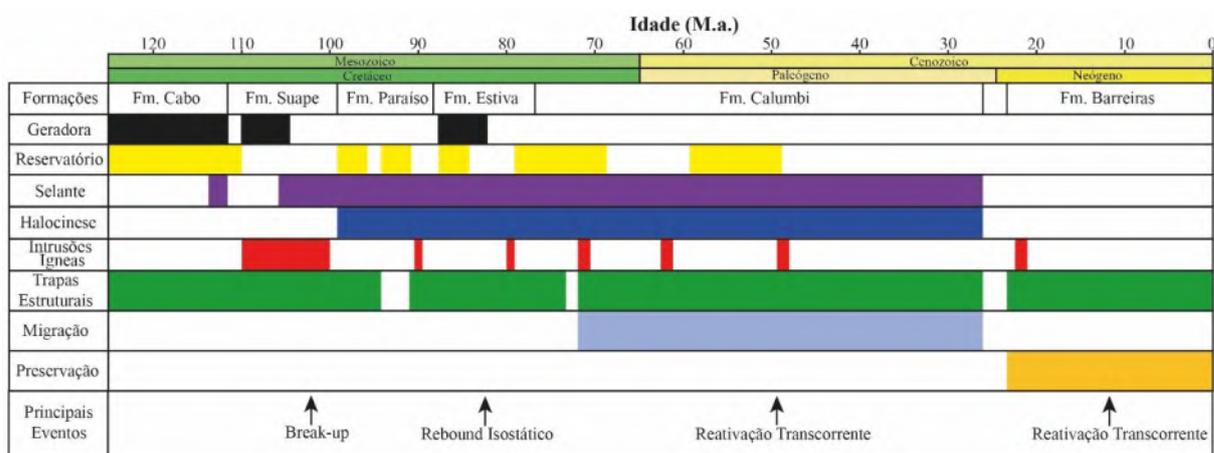
4.4 IMPLICAÇÕES DO REGIME DE REATIVAÇÃO NO SISTEMA PETROLÍFERO

Eventos deformacionais tardios apresentam efeitos importantes na composição e na evolução de sistemas petrolíferos. A formação de trapas estruturais, e a implicação na criação de corredores de migração, por exemplo, representam aspectos importantes, objetivo de investigações exploratórias em bacias sedimentares que apresentam potencial econômico voltado para a produção de hidrocarbonetos. Alguns exemplos de bacias produtoras de hidrocarbonetos cujo sistema petrolífero apresenta influência de estruturas geradas a partir de regimes transpressivo/transtrativo envolvem bacias marginais localizadas na margem nordeste do Atlântico Norte, na Islândia (Doré et al., 2008), e nas bacias de margem passiva na região sul da Austrália (Hillis et al., 2008). Estes pulsos principais de reativação podem originar estruturas compressivas, transpressivas e transtrativas que podem colocar diretamente em contato rochas geradoras e reservatórios importantes, bem como podem produzir trapas estruturais, que comumente representam *plays* exploratórios (domos estruturais, sistemas de dobras). Conforme observado em seção sísmica da Bacia de Tucumán, a formação de anticlinais permitiu o surgimento de falhas que conduzem a migração, e o dobramento dos depósitos possibilitou a criação de trapas que resultaram na acumulação de hidrocarbonetos (Nicolas et al., 2011). No Brasil, principalmente na Bacia de Santos, segundo (Souza et al., 2007) a reativação das falhas de transferência NW-SE, controlou a presença de hidrocarbonetos, tanto na Bacia de Santos, quanto nas bacias de Campos e Espírito Santo. Estes autores propuseram que essas falhas podem controlar a tectônica e a sedimentação, soerguer áreas adjacentes, gerar trapas estruturais e promover a migração de hidrocarbonetos (Souza et al., 2007).

Conforme foi discutido na presente pesquisa, a área de estudo apresenta um excelente potencial petrolífero, e é considerada uma área de nova fronteira exploratória. Uma vez comprovada a existência de reservatórios de hidrocarbonetos nestas bacias, os eventos de reativação tectônica cretáceos e cenozoicos, precisam ser incorporados ao modelo de evolução destas bacias. É necessário ressaltar que a área mais promissora compreende os domínios *offshore* da Bacia Pernambuco, principalmente sobre a região do Platô de Pernambuco, onde foram desenvolvidos grabens profundos, presença de camadas evaporíticas (rocha selante), e intrusões vulcânicas que possivelmente serviram de motor térmico para a maturação de hidrocarbonetos (Fig. 69).

Com base em proposições já feitas na literatura (Barbosa et al., 2014; ANP, 2005, 2013; Buarque et al., 2016, 2017; Hoggertti et al., 2018; Silva et al., 2019), e em dados coletados por esta pesquisa propõe-se um modelo para o sistema petrolífero do Platô de Pernambuco que contempla elementos e eventos discutidos acima. A proposição inclui a predição da existência de rochas geradoras, reservatórios e selantes, com base no conhecimento acumulado sobre os sistemas deposicionais envolvidos no rifte (Aptiano-Albiano), na pós-rifte (Albiano), e drifte (Cenomaniano-Recente) (Lima Filho, 1998; Maia et al., 2012; Barbosa et al., 2014; Gomes, 2014). Os eventos magmáticos têm o pulso principal datado em torno de 102 M.a. na região *onshore* da Bacia Pernambuco (Sial, 1976; Nascimento, 2003), no entanto é possível que o magmatismo tenha se estendido até o Neocretáceo no domínio *offshore* da BPE (Buarque et al., 2016, 2017). O efeito de deposição de evaporitos e do processo de sua movimentação foi proposto a partir da interpretação desta pesquisa. Os dados referentes ao processo de soerguimento da PB, e da extensão dos eventos de reativação foram considerados a partir da literatura (Magnavita, et al., 1994; Morais Neto & Alkmim, 2001; Sacek et al., 2019; Klöcking et al., 2020). A ocorrência de pelo menos um evento de *rebound* isostático, causado pelo início do processo de mudança do regime puramente passivo para o regime transcorrente, é proposto com base nos dados existentes para a margem africana (Rio Muni e Gabão) (Lawrence et al., 2016). A proposição das etapas de geração, acumulação e preservação foram consideradas a partir de dados da ANP (2005, 2013) (Fig. 69).

Figura 69 – Carta do modelo petrolífero proposta para a região *offshore* da Bacia Pernambuco. Para formulação desta carta foram incorporados dados geológicos levantados na região *onshore* da BPE, informações obtidas a partir de dados geofísicos de sub-superfície *offshore*, e dados da contra-parte africana como padrão análogo.



Fonte: O autor (2022).

Como uma importante contribuição desta pesquisa destacamos o potencial de criação de rotas de migração e de trapas estruturais que os eventos de reativação posteriores a fase rifte geraram a partir do Eocretáceo e através do Cenozoico, dentro do modelo de sistema petrolífero envolvendo geradoras da fase rifte ou do início da fase pós-rifte.

5 CONCLUSÕES

A partir da integração dos resultados apresentados e discutidos nesta pesquisa, e obtidos com base no estudo de dados geofísicos da margem oriental do nordeste do Brasil, foi possível reunir algumas conclusões em face dos objetivos propostos:

1 – Foi possível delinear o arcabouço estrutural mais antigo das bacias estudadas, relacionado ao embasamento cristalino, que compreende zonas de cisalhamento pré-cambrianas que apresentam *trend* estrutural NE-SW e E-W, e o arcabouço estrutural criado pelo rifte cretáceo. Em relação às falhas do rifte a área de estudo foi dividida em dois setores distintos, a norte da ZCPE, onde o comportamento das estruturas rifte é definido pelo *trend* de falhas normais NW-SE, e pelas falhas de transferência ENE-WSW. Já o setor a sul da ZCPE, as falhas normais exibem orientações NE-SW e NNE-SSW, e as falhas de transferência apresentam *trend* NW-SE. A diferença entre os aspectos estruturais reconhecidos para o setor norte e sul da área de estudo, permitiu tratar as duas partes da margem de forma individualizada, considerando inclusive o aspecto oblíquo do rifte na BPE.

2 – A análise dos sistemas de falhas a partir dos dados sísmicos permitiu reconhecer que alguns planos de falha formados na sucessão de estratos do Cretáceo Superior e do Cenozoico, tiveram origem a partir da movimentação de uma camada de sal que ocorre na região distal do Platô de Pernambuco. Esta camada de sal foi mapeada sistematicamente de forma inédita nos depocentros do Platô de Pernambuco, e algumas feições características da tectônica de sal foram descritas como diápiros, *salt sheets*, gotas de sal (*salt teardrop*), e almofadas de sal. É possível que esta camada de sal tenha sido depositada durante a fase rifte da Bacia Pernambuco, uma vez que esta é segmentada pelo crescimento dos planos de falha do rifte. A camada “mãe” aparenta ter sido rotacionada juntamente com os estratos da sucessão rifte. O mapeamento de uma camada de sal na região distal do Platô de Pernambuco expande a influência da bacia evaporítica conhecida nas regiões sul e sudeste para o nordeste do Brasil. O limite desta bacia é a região norte do Platô de Pernambuco, marcado pela ZCPE e a Zona de Fratura Fernando Poo. Destaca-se a importância da existência de camada de rochas evaporíticas para o potencial petrolífero da BPE em especial.

3 – O efeito de eventos de reativação foi mapeado por meio da avaliação da distribuição e intensidade de falhas que afetaram estratos do Neocretáceo e Cenozoico. Estes sistemas de falhas são compostos predominantemente por planos que compõem estruturas em flor formadas a partir das falhas profundas do rifte. A geometria das falhas reativadas sugere que o processo de reativação foi controlado por um campo de tensões transcorrente que ficou impresso no registro sedimentar de algumas bacias marginais e intracratônicas da Plataforma Sul-Americana.

4 – A análise estatística da distribuição das componentes de rejeitos associados aos planos de falhas criados pela reativação tectônica, mostrou que ocorre uma bimodalidade do padrão de rejeitos. Este fato corrobora os modelos de reativação transcorrente, uma vez que alguns fatores são responsáveis por controlar a variação de rejeito em um mesmo plano de falha: 1) sinuosidade do plano, 2) recobrimento de planos e zonas de terminação de falhas, e, 3) geometria da terminação dos planos de falha. A análise estatística descritiva também mostrou que praticamente todo o arcabouço estrutural foi reativado por um regime transcorrente.

5 – Os efeitos dos eventos de reativação também foram avaliados na região de crosta oceânica adjacente as bacias sedimentares estudadas. Nesta região ocorrem planos de falhas que chegaram a afetar os depósitos do Neocretáceo e do Cenozoico depositados sobre a placa oceânica. Este fato permite afirmar que a crosta oceânica também foi reativada, especialmente as principais zonas de fratura Charcot, Fernando Poo e Ascension, bem como algumas zonas de fratura indiscriminadas. Em crosta oceânica, foram identificadas falhas normais, inversas e feições dobradas criadas pelo processo de reativação transcorrente de falhas e fraturas.

6 – As feições observadas nas bacias marginais estudadas, no embasamento próximo, e na região de crosta oceânica adjacente, apontam para um campo de tensões regional que provavelmente está relacionado à dinâmica da tectônica de placas, que imprimiu um regime tectônico diverso do esperado para a margem passiva. Este campo de tensões foi originado pela combinação de movimentos associados a subducção da Placa de Nazca, formação da cordilheira andina e o espalhamento da dorsal Mesoatlântica.

Sugestões

Como uma sugestão para as próximas pesquisas que venham a ser desenvolvidas na área de estudo, é recomendado que sejam utilizados novos dados sísmicos 3D para investigação mais detalhada da magnitude dos efeitos de reativação das estruturas do rifte, e seu efeito nos depósitos acima da sucessão do rifte. Avaliações produzidas com dados de melhor qualidade no futuro poderão validar a proposta apresentada pela presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ADAM, J., KREZSEK, C. Basin-scale salt tectonic processes of the Laurentian Basin, Eastern Canada: insights from integrated regional 2D seismic interpretation and 4D physical experiments. **Geological Society, London, Special Publications**, v. 363, p. 331–360, 2012.
- ALBERTÃO, G. A. **Abordagem Interdisciplinar e Epistemológica sobre as Evidências do Limite Cretáceo-Terciário, com Base em Leituras Efetuadas no Registro Sedimentar das Bacias da Costa Leste Brasileira**. Tese de Doutorado, Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, MG., 255 p. 1993.
- ALBERTÃO, G. A. MARTINS JR., P. P. A possible tsunami deposit at the Cretaceous-Tertiary boundary in Pernambuco, Northeastern Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 104, p. 189-201., 1996.
- ALHEIROS, M. M., FERREIRA, MARIA. da G. V. X. Considerações Sedimentológicas e Estratigráficas sobre a Formação Cabo – Pernambuco. **Revista Brasileira de Geociências**, V. 9, n. 1, p. 17-24, 1989.
- ALMEIDA, C. B. **Mapeamento geológico-estrutural na região do Engenho Sibiró-Porto de Galinhas, Sub-bacia de Pernambuco**. Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Programa de Formação em Geologia, Geofísica e Informática no Setor Petróleo & Gás. 2003.
- ALMEIDA, C. B., RABELO CRUZ, L., JARDIM DE SÁ, E. F., VASCONCELOS, P. M., MEDEIROS, W. E. Tectônica e relações estratigráficas na Sub-bacia de Pernambuco, NE do Brasil: contribuição ao conhecimento do Rifte Sul-Atlântico. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 13, n.2, p. 167-180, 2005.
- ALMEIDA, F. F., HASUI, Y., BRITO NEVES, B. B., FUCK, R. A. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth Sciences Review**, v. 17, p. 1–29, 1981.
- ALMEIDA, J. A. C. Icnofósseis de Macrobioerosão na Bacia da Paraíba (Cretáceo Superior - Paleógeno), Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 214 pp, 2007.
- ALVES, H. S. **Análise de manchas naturais de óleo na região offshore da bacia de pernambuco com base em sensoriamento remoto: implicações para o seu estudo de sistemas petrolíferos**. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

- ANTUNES, A. F.; JARDIM DE SÁ, E. F.; BRITO, A. F.; ARARIPE, P. T. Halocinese da Sub-Bacia de Pernambuco (Bacia Pernambuco-Paraíba, NE do Brasil). **In:** V International Symposium on Tectonics of the Brazilian Geological Society, 2007, Natal/RN. Anais, 2007. v. 1. p. 325-328.
- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Exsudações de hidrocarbonetos termogênicos nas bacias sedimentares marginais do Nordeste Brasileiro. Relatório Interno. 2005.
- ARAI, M. Dinoflagelados (Dinophyceae) miocênicos do Grupo Barreiras do nordeste do Estado do Pará (Brasil). **UnivGuar. Geoc**, v. 2, p. 98–106, 1997.
- ARAI, M., TRUCKENBRODT, W., NOGUEIRA, A. C. R., GÓES, A. M., ROSSETTI, D. F. Novos dados sobre a estratigrafia e ambiente deposicional dos sedimentos Barreiras, NE do Pará. **In:** Boletim de Resumos Expandidos do SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 4, Belém, 1994.
- ARAI, M., UESUGUI, N., ROSSETTI, D. F., GÓES, A. M. Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no nordeste do Estado do Pará. **Anais do CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 35, Belém, PA, Brasil 2: 738–752, 1988.
- ARAÚJO, C. E. G., WEINBERG, R. F., CORDANI, U. G. Extruding the Borborema Province (NE-Brazil): a two stage Neoproterozoic collision process. **Terra Nova**, v. 26, n. 2, p. 157-168, 2013. doi: 10.1111/ter.12084.
- ARCHANJO, C. J., HOLLANDA, M. H., RODRIGUES, S. W. O., BRITO NEVES, B. B., ARMSTRONG, R. Fabrics of pre- and syntectonic granite plutons and chronology of shear zones in the Eastern Borborema Province, NE Brazil. **Journal of Structural Geology**, v. 30, p. 310-326, 2008.
- ASSUMPÇÃO, M. The regional intraplate stress field in South America. **J. Geophys. Res.**, v. 97, p. 11889–11903, 1992.
- BALMINO, G., VALES, N., BONVALOT, S., BRIAIS, A. Spherical harmonic modeling to ultra-high degree of Bouguer and isostatic anomalies. **Journal of Geodesy**, v.86, n.7, p. 499-520, 2012. DOI 10.1007/s00190-011-0533-4.
- BARBOSA, J. A. **A Deposição Carbonática na Faixa Costeira das Bacias da Paraíba e da Lataforma de Natal, NE do Brasil: Aspectos Estratigráficos, Geoquímicos e Paleontológicos**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, 2007. 278 p.

- BARBOSA, J. A. **Evolução da Bacia da Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno: formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 230p, 2004.
- BARBOSA, J. A., LIMA FILHO, M. F. Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife-Natal: observações em dados de poços. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 14, n. 2, p. 287-306. 2006.
- BARBOSA, J. A., MAIA, M. F., LIMA FILHO, M., MAGALHÃES, J. R., CORREIA FILHO, O. J. Seismic stratigraphy of the onshore portion of Pernambuco Basin: evidence of break up during Middle Albian for the South Atlantic Rift in Northeast 120 Brazil. In: AAPG ANNUAL EXHIBITION AND CONVENTION, HOUSTON. Search and Discovery Article #30324. doi: 10.13140/RG.2.1.2943.2809, 2014.
- BARBOSA, J. A., MORAIS, D. M. F., NETO, J. C. J. Interpretação dos dados sísmicos. In: Lima Filho, M. (coord). Nova metodologia de integração geológico-geofísica regional, com aplicação experimental na bacia sedimentar de Pernambuco e norte de Alagoas. Rio de Janeiro, PETROBRAS, E&P ESP. Relatório Interno, 2008.
- BARBOSA, J. A., LIMA FILHO, M., NEUMANN, V., NETO, C., ARAÚJO, A. potencial exploratório das bacias da paraíba e da plataforma de natal, NE do Brasil. Rio Oil & Gas, Expo and Conference, 2008.
- BEURLIN, K. A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. **Anais XXI CONG. BRAS. DE GEOL. CURITIBA**, v. 151-158, 1967b.
- BEURLIN, K. Estratigrafia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 16(1), p. 43-53, 1967a.
- BEZERRA, F. H. R., DO NASCIMENTO, A. F., FERREIRA, J. M., NOGUEIRA, F. C., FUCK, R. A., NEVES, B. B. B., SOUSA, M. O. L. Review of active faults in the Borborema Province, in the Pernambuco Lineament, NE Brazil: stress field and seismotectonic implications. **Tectonophysics**, v. 510, p. 269–290, 2011.
- BEZERRA, F. H. R., ROSSETTI, D. F., OLIVEIRA, R. G., MEDEIROS, W. E., NEVES, B. B., BALSAMO, F., NOGUEIRA, F. C. C., DANTAS, E. L., ANDRADES FILHO, C., GÓES, A. M. Neotectonic reactivation of shear zones and implications for faulting style and geometry in the continental margin of NE Brazil. **Tectonophysics (Amsterdam)**, v. 614, p. 78-90, 2014.

- BEZERRA, F. H., DE CASTRO, D., MAIA, R. P., SOUZA, M. O., MOURA-LIMAC, E., ROSSETTI, D. F., BERTOTTI, G., SOUZA, Z. S., NOGUEIRA, F. C. C. Postrift stress field inversion in the Potiguar Basin, Brazil – Implications for petroleum systems and evolution of the equatorial margin of South America. **Marine and Petroleum Geology**, v. 111, p. 88–104, 2020.
- BOLDREEL, L. O., ANDERSEN, M. S. Tertiary compressional structures on the Faeroe-Rockall Plateau in relation to northeast Atlantic ridge-push and Alpine foreland stresses. **Tectonophysics**, v. 300, p. 13-28, 1998.
- BREKKE, H. The tectonic evolution of the Norwegian sea continental margin with emphasis on the Voring and More Basins. Dynamics of the Norwegian Margin. **Geological Society, London, Special Publication**, v. 167, p. 327-378, 2000.
- BRUNE, S., POPOV, A. A., SOBOLEV, S. V. Quantifying the thermo-mechanical impact of plume arrival on continental breakup. **Tectonophysics**, v. 604, p. 51–59, 2013. doi:10.1016/j.tecto.2013.02.009.
- BRUNE, S., WILLIAMS, S. E., BUTTERWORTH, N. P., MÜLLER, R. D. Abrupt plate accelerations shape rifted continental margins. **Nature, advance online publication**, p. 1–4, 2016 doi:10.1038/nature18319.
- BUARQUE, B. V., BARBOSA, J. A., MAGALHÃES, J. R. G., OLIVEIRA, J. T. C., CORREIA FILHO, O. J. Post-rift volcanic structures of Pernambuco Plateau, Northeastern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 70, p. 250-261, 2016.
- BUARQUE, B. V., BARBOSA, J. A., OLIVEIRA, J. T. C., MAGALHÃES, J. R. G., Correia Filho, O. J. Carbonate buildups of the Pernambuco Basin, NE Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 89, n. 2, p. 841-857, 2017.
- BUENO, G. V. Diacronismo no Rifte Sul-Atlântico. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 12, p. 203-229, 2004.
- CAINELLI, C., MOHRIAK, W. U. Geology of Atlantic Eastern Brazilian Basins. In: AAPG INTERNACIONAL CONFERENCE & EXHIBITION, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, 1998.
- CAINELLI, C., MOHRIAK, W. U. Some remarks on the evolution of sedimentary basins along the Eastern Brazilian continental margin. **Episodes**, v. 22. p. 206-216, 1999.
- CAIXETA, J. M., FERREIRA, T. S., MACHADO JR., D. L., TEIXEIRA, J. L., ROMEIRO, M. A. T. Albian Rift Systems in the Northeastern Brazilian Margin: An Example of Rifting in Hyper-Extended Continental Crust. In: AAPG ICE 2014 - ISTANBUL - TURKEY, AT

- ISTANBUL - TURKEY, VOLUME: EXTENDED ABSTRACTS, DOI: 10.13140/RG.2.1.3300.9769, 2014.
- CAMPOS NETO, O. P. A, SOUZA LIMA, W. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, 2007.
- CHANG, H. K., KOWSMANN, R. O., FIGUEIREDO, A. M. F., BENDER, A. A. Tectonics and Stratigraphy of the East Brazil Rift system: an overview. **Tectonophysics**, v. 213, p. 97-138, 1992.
- COBBOLD, P. R., MEISLING, K. E., MOUNT, V. S. Reactivation of an obliquely rifted margin, Campos and Santos basins, southeastern Brazil. **AAPG Bulletin**, 85(11):1925–1944.
- CÓRDOBA, V. C., JARDIM DE SÁ, E. F., SOUZA, D. C., ANTUNES, A. F. Bacia de Pernambuco-Paraíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 391-403.
- CORREIA FILHO, O. J. **Análise de estruturas compressoriais na região onshore da bacia pernambuco, ne do brasil - possíveis influências no potencial petrolífero**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, 2017. 160p.
- CORREIA FILHO, O. J., BARBOSA, J. A., TAVARES, B., SILVA, H. T., MONTEIRO, K. A., FABIN, C. E. G., CRUZ OLIVEIRA, J. T., SANTANA, F. R., SILVA, S. Reativação Tectônica Quaternária no Domínio Sul da Província Borborema, NE do Brasil: Integração de Dados Morfométricos, Geológicos e Geofísicos da Bacia do Rio Una. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, p.219-237, 2019.
- CORREIA FILHO, O. J., BUARQUE, B. V., BARBOSA, J. A., RAMOS, G. M. S., OLIVEIRA, J. T. C., MAGALHÃES, JOSÉ R. G., SILVA, H. The salt layer as important key to the pernambuco plateau petroleum system, ne brazil. In: ANNUAL CONVENTION & EXHIBITION - AAPG, 2019, San Antonio - TX. Annual Convention & Exhibition - AAPG, 2019.
- CORREIA FILHO, O. J., SANTANA, F. R., RIBEIRO, B., HENRIQUE, R., BARBOSA, J. A., HENRIQUE, V. Análise de Estruturas Rúpteis Na Formação Suape, Albiano Da Bacia De Pernambuco, e Implicações Sobre A Idade Do Rife Na Margem Oriental Do Nordeste Do Brasil. In: XXVI SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, Natal-RN, 2015a.

- CORREIA FILHO, O. J., ALENCAR, M. L., NEUMANN, V. H., BARBOSA, J. A. Proposta de formalização da formação tambaba, eoceno da bacia paraíba, NE do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 25, n. 2, p. 61-81, 2015b.
- CORREIA FILHO, O. J., BARBOSA, J. A., RAMOS, G. M., OLIVEIRA, J. T., ARAUJO, A. F., MIRANDA, T. S., ALENCAR, M. L. Cenozoic uplift of the Fátima Basin, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 112, n. 2021, p. 103599, 2021.
- CORRÊA, A. C. B., TAVARES, B. A. C., MONTEIRO, K. A., CAVALCANTI, L. C. S., LIRA, D. R. Megageomorfologia E Morfoestrutura do Planalto Da borborema. **Rev. Institut. Geol.** 31 (1/2), 35–52, 2010.
- COWAN, D. R., COWAN, S. Separation filtering applied to aeromagnetic data. *Exploration Geophysics*, v. 24, p. 429-436, 1993.
- DANTAS, E. L., SOUZA, Z. S., WERNICK, E., HACKSPACHER, P. C., MARTIN, H., XIAODONG, D., LI, J. Crustal Growth in the 3.4-2.7 Ga São José de Campestre Massif, Borborema Province, NE Brazil. **Precambrian Research**, v. 227, p., 2013. 120-156. doi:10.1016/j.precamres.2012.08.006.
- DANNEMILLER, N.; LI, Y. A new method for determination of magnetization direction. *Geophysics*, 71, 2006.
- DAVISON, I. **Geology and tectonics of the South Atlantic Brazilian salt basins.** Geological Society, London, Special Publications, 272, 345-359, 2007.
- DO NASCIMENTO, G. H. **Estudo Geoquímico e Geocronológico de novas ocorrências das Rochas Vulcânicas Albianas e Maastrichtianas da Suíte Magmática Ipojuca, Bacia de Pernambuco.** Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, 2018.
- DORÉ, A. G., LUNDIN, E. R. Cenozoic compressional structures on the NE Atlantic margin: Nature, origin, and potential significance for hydrocarbon exploration. **Petroleum Geoscience**, v. 2, p. 299-311, 1996.
- DORÉ, A. G., LUNDIN, E. R., KUSZNIR, N. J., PASCAL, C. Potential mechanisms for the genesis of Cenozoic domal structures on the NE Atlantic margin: pros, cons and some new ideas. *The Nature and Origin of Compression in Passive Margins.* **Geological Society, London, Special Publications**, p. 1-26. DOI: 101144/SP306.1, 2008.
- DORÉ, T., LUNDIN, E. Hyperextended continental margins—Knowns and unknowns. **Geology**, v. 43, p. 95-96, 2015.

- D'ONFRO, P., GLACOLA, P. Wrench fault, southeast Asia. In: BALLY, A. W. ed., Seismic expressional of structural styles. AAPG Studies in Geology Series, 15(3):9-12. 1983.
- EMMONS, R. C. Strike-Slip rupture patterns in sand models. *Tectonophysics*, 7:71-87. 1968.
- FERREIRA, J. M., BEZERRA, F. H. R., SOUSA, M. O. L., DO NASCIMENTO, A. F., SÁ, J. M., FRANÇA, G. S. The role of Precambrian mylonitic belts and present-day stress field in the coseismic reactivation of the Pernambuco lineament, Brazil. ***Tectonophysics***, v. 456, p. 111–126, 2008.
- FERREIRA, J. M., OLIVEIRA, R. T., TAKEYA, M. K., ASSUMPÇÃO, M. Superposition of local and regional stresses in Northeast Brazil: evidence from focal mechanisms around the Potiguar marginal basin. ***Geophysical Journal International***, v. 134, n. 2, p. 341-355, 1998.
- FRANCO, A. P., MORAES, F. S. Local Multilevel Threshold in the curvelet domain. 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, 2015.
- GARTRELL, A., BAILEY, W. R., BRINCAT, M. A new model for assessing trap integrity and oil preservation risks associated with postrift fault reactivation in the Timor Sea. *AAPG Bulletin*, 90(12):1921–1944, 2017.
- GARTRELL, A., BAILEY, W. R., BRINCAT, M. Strain localisation and trap geometry as key controls on hydrocarbon preservation in the Laminaria High área. *APPEA Journal* (Australian Petroleum Production and Exploration Association), 45:477– 492, 2005.
- GAULLIER, V., CHANIER, F., LYMER, G., VENDEVILLE, B. C., MAILLARD, A., THINON, I., LOFI, J., SAGE, F., LONCKE, L. Salt tectonics and crustal tectonics along the Eastern Sardinian margin, Western Tyrrhenian: New insights from the “METYSS 1” cruise. ***Tectonophysics***, v. 615, p. 69-84, 2014.
- GEOSOFT, 2007. Getting started with GridKnit. Geosoft Inc, Toronto.
- GOMES, P. O. **Distensão crustal, implantação de crosta oceânica e aspectos evolutivos das zonas de fratura e da sedimentação no segmento nordeste da margem continental brasileira.** Dissertação de mestrado. Curso de mestrado em análise de bacias, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.
- GORSZCZYK, A., ADAMCZYK, A., MALINOWSKI, M. Application of curvelet denoising to 2D and 3D seismic data – Practical Considerations. ***Journal of Applied Geophysics***, v. 105, p. 78-94, 2014.
- GRAZIONE, C. N., HOKE, G. D., LIBARKIN, J., WITHERS, S., FADDEN, B., EILER, J., GHOSH, P., MULCH, A. Rise of the Andes. *Science*, v. 320, p. 1304-1307, 2008.

- GRIER, M. E., SALFITY, J. A., ALLMENDIGER, R. W. Andean reactivation of the Cretaceous Salta rift, northwestern Argentina. **Journal of South American Earth Sciences**, 4(4):351-372, 1991.
- GRIMALDI, O., DOROBEEK, L. Fault framework and kinematic evolution of inversión structures: Natural examples from the Neuquén Basin, Argentina. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, v. 95, p. 27–60, 2011.
- GOMES, I. A. **Litoestratigrafia, palinologia, geofísica e geoquímica do furo 1-labio-pe3, borda norte da bacia de pernambuco: implicações estratigráficas**. Dissertação de mestrado, programa de pós-graduação em geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 62p. 2014.
- GURGEL, S. P. P., BEZERRA, F. H. R., CORRÊA, A. C. B., MARQUES, R.P. M. Cenozoic uplift and erosion of structural landforms in NE Brazil. **Geomorphology**, v. 186, p. 68–84, 2013. doi:10.1016/j.geomorph.2012.12.023.
- JARDIM DE SÁ, E. F., MATOS, R. M. D., MORAIS NETO, J. M., PESSOA NETO, O. C., SAADI, A. Epirogenia cenozóica na Província Borborema: síntese e discussão sobre os modelos de deformação associados. In: SBG-BA/ABGP, VII Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos - I International Symposium on Tectonics, Lençóis, Anais, S4:58-61, 1999.
- HEINE, C., ZOETHOUT, J., MÜLLER, R.D. Kinematics of the South Atlantic rift. **Solid Earth**, v. 4, p. 215-253., 2013.
- HEINE, C., BRUNE, S. Oblique rifting of the Equatorial Atlantic: Why there is no Saharan Atlantic Ocean. **Geology**, v. 42, p. 211–214, 2014 <https://doi.org/10.1130/G35082.1>.
- HEISKANEN, W. A., MORITZ, H. Physical Geodesy. W.H. Freeman & Co., San Francisco and London, 364p. 1967.
- HOGGETT, M., STEPHEN, J., DUNKLEY, J., TIMOTHY, R., BARBOSA, J., VANESSA, B., MORT, H. Reinterpretation of the tectonics and formation of the Pernambuco Plateau Basin, NE Brazil. **In: 19th EGU General Assembly, EGU2017, proceedings from the conference held 23-28 April, 2017 in Vienna, Austria., p.14311.**
- HILLIS, R., SANDIFORD, M., REYNOLDS, S. D., QUIGLEY, M. C. Present-day stresses, seismicity and Neogene-to-recent tectonics of Australia's 'passive' margins: intraplate deformation controlled by plate boundary forces. **Geological Society, London, Special Publication**, v. 306, p. 71-90, 2008.

- HUANG, L., LIU, C. Three Types of Flower Structures in a Divergent Wrench Fault Zone. **Journal of Geophysical Research: Solid Earth**, v. 122, 2017.
<https://doi.org/10.1002/2017JB014675>.
- HUANG, L., LIU, C., WANG, Y., MOUNTNEY, P., ZHAO, J. Neogene–Quaternary postrift tectonic reactivation of the Bohai Bay Basin, eastern China. **AAPG Bulletin**, v. 98, n. 7, p. 1377–1400, 2014.
- HUANG, L., LIU, C., WANG, Y., XUE, Y., ZHAO, J. Hydrocarbon accumulation in strike-slip fault restraining bends: New insights into the tectonic controls on the Penglai 19-3 and Penglai 25-6 oil fields, Tan-Lu fault zone, east China. **AAPG Bulletin**, v. 100, n. 8, p. 1239-1263, 2016.
- HUDEC, M. R., JACKSON, M. P. Terra infirma: Understanding salt tectonics. **Earth-Science Reviews**, v. 82, n. 1-2, p. 1-28, 2007.
- IAFFA, D. N., SÀBAT, F., BELLO, D., FERRER, O., MON, R., GUTIERREZ, A. A. Tectonic inversion in a segmented foreland basin from extensional to piggy back settings: The Tucumán basin in NW Argentina. **Journal of South American Earth Sciences**, 31 (2011):457-474, 2011.
- JACKSON, M. A. & HUDEC, M. R. Salt Tectonic: Principles and Practice. Cambridge University Press, 2017.
- KEGEL, W. Nota sobre os microfósseis do fosfato Cretáceo de Pernambuco. **Bol. soc. Bras. Geol.** v.3, N. 1, 1954.
- KINGMA, J. T. Piercement structures, unconformities and secondary basins in the eastern geosyncline, New Zealand. **New Zealand J. Geol. Geophys**, 1:269-274. 1958.
- KJELDSTAD, A., SKOGSEID, J., LANGTANGEN, H.P., BJORLYKKE, K., HOEG, K. Differential loading by propagation sedimentary wedges on continental margins: Anarch-forming mechanisms. **Journal of Geophysical Research**, v. 108, DOI: 101029/2001JB001145, 2003.
- KLÖCKING M., HOGGARD, M. J., RODRÍGUEZ TRIBALDOS, V., RICHARDS, F.D. A tale of two domes: Neogene to recent volcanism and dynamic uplift of northeast Brazil and southwest Africa. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 547, n. 2020, p.116464, 2020.
- KUKLA, P. A., STROZYK, F., MOHRIAK, W. U. South Atlantic salt basins – Witnesses of complex passive margin evolution. **Gondwana Research**, v. 53, p. 41-57, 2018.

- LANA, M. C. C., ROESNER, E. H. Palinologia do Cretáceo Superior marinho subaflorante na região de Natal, RN. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 1, p. 149-50., 1999.
- LAWRENCE, S. R., BEACH, A., JACKSON, O., JACKSON, A. Deformation of oceanic crust in the eastern Gulf of Guinea: role in the evolution of the Cameroon Volcanic Line and influence on the petroleum endowment of the Douala-Rio Muni Basin, **Geological Society, London, Special Publications**, v. 438, p. 7-26, 2016.
<https://doi.org/10.1144/SP438.7>
- LAWRENCE, S. R., MUNDAY, S., BRAY, R. Regional geology and geophysics of the eastern Gulf of Guinea (Niger Delta to Rio Muni). **The Leading Edge**, p. 1112-1117.
- LEITE, F. P. R., OLIVEIRA, M. E. B., ARAI, M., TRUCKENBRODT, W. Palinoestratigrafia da Formação Pirabas e Grupo Barreiras, Mioceno do nordeste do estado do Pará, Brasil. **RevUnivGuar. Geoc**, v. 2, p. 141–147, 1997b.
- LEITE, F. P. R., OLIVEIRA, M. E. B., OLIVEIRA, P. E., SILVESTRE-CAMPELO, M. S., ARAI, M., TRUCKENBRODT, W. Palinofloras miocenas da Formação Pirabas e Grupo Barreiras, na Região Bragantina, Estado do Pará, Brasil. **RevUnivGuar. Geoc**, v. 2, p. 128–140, 1997a.
- LEITE, P. R. B., BERTRAND, J., LIMA, E. S., LETERRIER, J. Timing of granitic magmatism in the northern Borborema Province, Brazil: U±Pb study of granitoids from the Alto Pajeu Terrain. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 13, p. 549-559, 2000.
- LIMA FILHO, M. F. **Análise Estrutural e Estratigráfica da Bacia Pernambuco**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, IAG-USP, São Paulo. 139 pp. 1998.
- LIMA FILHO, M., BARBOSA, J. A. The peculiar tectono-stratigraphic evolution of the eastern margin of Northeast Brazil, and its African Counterpart. In: II CENTRAL & NORTH ATLANTIC CONJUGATE MARGINS CONFERENCE, 8., 2010, Lisboa. **Anais Lisboa: II CENTRAL & NORTH ATLANTIC CONJUGATE MARGINS CONFERENCE, 2010**. P. 304-308.
- LIMA NETO, H. C., FERREIRA, J. M., BEZERRA, F. H. R. Upper crustal earthquake swarms in São Caetano: reactivation of the Pernambuco shear zone and trending branches in intraplate Brazil. **Tectonophysics**, p. 804-811, 2013.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2013.08.001> > DOI: 10.1016/j.tecto.2013.08.001.

- LIMA, F. H. O., KOUTSOUKOS, E. A. M. Calcareous nannofossil biostratigraphy in the Maastrichtian of the Pernambuco-Paraíba Basin, NE Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 6, São Pedro, Boletim de resumos, 279-284., 2002.
- LIMA, J. C. F., BEZERRA, F. H. R., ROSSETTI, D. F., BARBOSA, J. A., MEDEIROS, W. E., CASTRO, D. L., VASCONCELOS, D. L. Neogene-Quaternary fault reactivation influences coastal basin sedimentation and landform in the continental margin of NE Brazil. **Quaternary International**, v. 1, p. 1-12, 2016.
- LONG, L. E., SIAL, A. N., NEKVASIL, H., BORBA, G. S. Origin of granite at Cabo de Santo Agostinho, Northeast Brazil. **Contrib. Mineral Petrol**, v. 92, p. 341-350, 1986.
- LUZ, R. M. N., J. JULIÀ, NASCIMENTO, A. F. Crustal structure of the eastern Borborema Province, NE Brazil, from the joint inversion of receiver functions and surface wave dispersion: Implications for plateau uplift. **J. Geophys. Res. Solid Earth**, v. 120, p. 3848–3869, 2015. doi:10.1002/2015JB011872.
- MABESOONE, J. M., ALHEIROS, M. M. Origem da Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco/Paraíba. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 18, p. 476-482, 1988.
- MAGALHÃES, J. R. **Estudo Geofísico Multiparâmetro das Fontes magnéticas e gravimétricas do Platô de Pernambuco, Brasil**. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, 2019.
- MAGALHÃES, J. R. G. **Compartimentação tectono-sedimentar das bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal, a partir da integração de métodos potenciais e interpretação sísmica de dados offshore**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 117 pp. 2015.
- MAGALHÃES, J. R., BARBOSA, J. A., OLIVEIRA, J. T. C., LIMA FILHO, M. F. Characterization of the ocean-continent transition in the Paraíba Basin and Natal Platform region, NE Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 32, n. 3, p.481-496, 2014.
- MAGNAVITA, L., DAVISON, I., KUSZNIR, N. Rifting, erosion, and uplift history of the Reconcavo-Tucano-Jatobá Rift, northeast Brazil. **Tectonics**, v. 13, p. 367-388, 1994.
- MAIA, M. F. B. **Revisão estratigráfica do intervalo Aptiano-Albiano da Bacia de Pernambuco, Nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 226 pp. 2012.
- MAIA, M. F. B., BARBOSA, J. A., LIMA FILHO, M., MORT, H., SANTANA, F. R. Características petrográficas e geoquímicas das formações siliciclásticas (Aptiano-Albiano) da Bacia Pernambuco, NE do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 22, n. 1, p. 55-75.

- MAIA, R. P., BEZERRA, F. H. R. Neotectônica, Geomorfologia e Sistemas Fluviais: Uma análise preliminar do contexto Nordeste. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 37-46, 2011.
- MAIA, R. P., BEZERRA, F. H. R. Tectônica pós-miocênica e controle estrutural de drenagem no rio Apodi-Mossoró, nordeste do Brasil. **Boletim de Geografia (Online)**, v. 31, p. 57-68, 2013.
- MAROTTA, G. S., FRANÇA, G. S., MONICO, J. F. G., BEZERRA, F. H., Fuck, R. A. Strain rates estimated by geodetic observations in the Borborema Province, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 58, p. 1-8, 2015.
- MAROTTA, G. S., FRANÇA, G. S., MONICO, J. F. G., FUCK, R. A., ARAÚJO FILHO, J. O. Strain rate of the South American lithospheric plate by SIRGAS-CON geodetic observations. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 47, p. 136-141, 2013.
- MARQUES, F. O., NIKOLAEVA, K., ASSUMPCÃO, M., GERYA, T. V., BEZERRA, F. H. R., DO NASCIMENTO, A., FERREIRA, A. Testing the influence of far-field topographic forcing on subduction initiation at a passive margin. **Tectonophysics**, 2013.
- MARQUES, F. O., NOGUEIRA, F. C. C., BEZERRA, F. H. R., DE CASTRO, D. L. The Araripe Basin in NE Brazil: An intracontinental graben inverted to a high-standing horst. **Tectonophysics**, v. 630, p. 251-264, 2014.
- MATOS, R. M. D. History of the northeast Brazilian rift system: kinematic implications for the break up between Brazil and westÁfrica. **Geol. Soc. Spec. Pub.**, v. 153, p. 55-73, 1999.
- MATOS, R. M. D., NORTON, I., CASEY, E., KRUGER, A. An orthogonal zone between the Equatorial and South Atlantic margins: relevance and control in the evolution of the Afro-Brazilian basins. **Anais do SIXTEENTH INTERNATIONAL CONGRESS OF THE BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY**, 2019.
- MATOS, R. M. D., KRUEGER, A., NORTON, I., CASEY, K. The fundamental role of the Borborema and Benin–Nigeria provinces of NE Brazil and NW Africa during the development of the South Atlantic Cretaceous Rift system. **Marine and Petroleum Geology**, 127(2021):104872.
- MAUNDE, A.; ALVES, T. Impact of tectonic rafts' gravitational instability on fault reactivation and geometry. **Journal of Structural Geology**, v. 130 103-116, 2020.
- MAUS, S., BARCKHAUSEN, U., BOURNAS, N., CHILDERS, V., FAIRHEAD, J. D., FINN, C., VON FRESE, R. R. B., GOLYNSKY, S., KUCKS, R., LUHR, H., MILIGRAN, P., MOGREN, S., MULLER, R. D., OLESEN, O., PILKINGTON, M., SALTUS, R.,

- SCHRECKENBERGER, B., THEBAULT, E., CARATORI TONTINI, F. EMAG2: A 2-arc min resolution Earth Magnetic Anomaly Grid compiled from satellite, airborne, and marine magnetic measurements. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, v. 10, 2009.
- MEDEIROS, V. C., MEDEIROS, W. E., JARDIM DE SÁ, E. F. Utilização de imagens aerogamaespectrométricas, Landsat ETM+E aeromagnéticas no estudo do arcabouço crustal da porção central do domínio da Zona Transversal, Província Borborema, NE do Brasil. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 29, n. 10, p. 83-97, 2011.
- MENOR, E. A., BOUJO, A. A first approach to the marine sedimentary succession of the Estivas Formation, Pernambuco Basin, Northeastern Brazil. In: XLI CONGR. BRASIL. GEOL., 2002, João Pessoa. **Anais do XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 2002. p. 315, 2002.
- MILANI, E. J., BRANDÃO, A. S. L., ZALÁN, P. V., GAMBOA, L. A. P. Petróleo na margem continental brasileira: geologia, exploração, resultados e perspectivas. **Brazilian Journal of Geophysics**, v. 18, p. 351-396, 2000.
- MOHRIAK, W. U, BASSETO, M., VIEIRA, I. S. Crustal architecture and tectonic evolution of the Sergipe-Alagoas and Jacuípe basins, offshore northeastern Brazil. **Tectonophysics**, v. 288, p. 199-220p, 1998.
- MOHRIAK, W. U., SZATMARI, P., ANJOS, S. M. C. **Sal: Geologia e Tectônica, Exemplos nas Bacias Brasileiras**. Beca Edições Ltda, São Paulo Brasil, 2008, 450 pp.
- MORAIS NETO, J. M., ALKMIM, F. F. A deformação das coberturas terciárias do Planalto da Borborema (PB-RN) e seu significado tectônico. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 31(1), p. 95-106, 2001.
- MORAIS NETO, J. M., HEGARTY, K. A., KARNER, G. D., ALKMIM, F. F. Timing and mechanisms for the generation and modification of the anomalous topography of the Borborema Province, northeastern Brazil. **Marine and Petroleum Geology**, v. 26, n. 2009, p. 1070-1086, 2009.
- MOSAR, J., LEWES, G., TORVIK, T. H. North atlantic sea-floor spreading rates: implication for the Tertiary development of inversion structures of the Norwegian-Greeland Sea. **Journal of the Geological Society**, p. 503-515, 2002.
- MULLER, R. D., SDROLIAS, M., GAINA, C., ROEST, W. Age, spreading rates, and spreading assymetry of the world's ocean crust. **Geochemistry, Geophysics, Geosystems**, v. 9, n. 4, p. 1-19, 2008. doi:10.1029/2007GC001743.

- MUNIZ, G. C. B. Novos moluscos da Formação Gramame, Cretáceo Superior dos Estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco. **Publicação Especial**, v. 1, 202 p., 1993.
- NASCIMENTO, M. A. L. **Geologia, geocronologia, geoquímica e petrogênese das rochas ígneas cretácicas da província magmática do Cabo e suas relações com as unidades sedimentares da Bacia de Pernambuco, NE do Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, PPGG-UFRN, 235 p. 2003.
- NETTO, R. G., ROSSETTI, D. F. Ichnology and salinity fluctuations: a case study in the Early Miocene (Lower Barreiras Succession) of São Luís Basin, Maranhão, Brazil. **Rev Bras Pal.**, v. 6, p. 5–18, 2003.
- NEVES, B. B. B., VAN SCHMUS, W. R., FETTER, A. North-western Africa-North-eastern Brazil. Major tectonic links and correlation problems. **Journal of African Earth Sciences**, v. 34, p. 275-278, 2002.
- NEVES, S. P., BRUGUIER, O., SILVA, J. M. R., BOSCH, D., ALCANTARA, V. C., LIMA, C. M. The age distributions of detrital zircons in metasedimentary sequences in eastern Borborema Province (NE Brazil): Evidence for intracontinental sedimentation 128 and orogenesis? **Precambrian Research**, v. 175, p. 187-205, 2009.
doi:10.1016/j.precamres.2009.09.009.
- NEVES, S. P., MARIANO, G. Assessing the tectonic significance of a large-scale transcurrent shear zone system: Pernambuco Lineamento, Northeastern Brazil. **Journal of Structural Geology**, v. 21, p. 1639-1383, 1999.
- NEVES, S. P., MONIÉ, P., BRUGUIER, O., SILVA, J. M. R. Geochronological, thermochronological and thermobarometric constraints on deformation, magmatism and thermal regimes in eastern Borborema Province (NE Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 38, p. 129-146, 2012.
- NICOLAS, D. L., SÀBAT, D. B., FERRER, O., MON, R., GUTIERREZ, A. A. Tectonic inversion in a segmented foreland basin from extensional to piggy back settings: The Tucumán basin in NW Argentina. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 31, p. 457-474, 2011.
- NÓBREGA, V. A., LIMA FILHO, M. Estudos diagenéticos da sucessão de rochas siliclásticas do poço 2 CP-01-PE: uma contribuição aos reservatórios da Formação Cabo. **Estudos Geológicos**, v. 13, p. 71-88, 2003.

- NOGUEIRA, F. C. C, MARQUES, F. O., BEZERRA, F. H. R., DE CASTRO, D. L., FUCK, R. A. Cretaceous intracontinental rifting and post-rift inversion in NE Brazil: insights from the Rio do Peixe basin. **Tectonophysics**, v. 644–645, p. 92–107, 2015.
- O'BRIEN, G. W., LISK, M., DUDDY, I. R., HAMILTON, J., WOODS, P., COWLEY, W. Plate convergence, foreland development and fault reactivation: Primary controls on brine migration, thermal histories and trap breach in the Timor Sea. Australia: *Marine and Petroleum Geology*, 16:533–560, 1999.
- OLIVEIRA, J. T. C. **Análise integrada de dados geofísicos da transição crustal (continente-oceano) da Bacia de Pernambuco, NE do Brasil**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, 2013. 65 p.
- OLIVEIRA, J. T. C. **Estimativa da superfície de curie nas bacias marginais de Pernambuco, paraíba e da plataforma de natal, ne do brasil, a partir de dados aeromagnéticos: implicações para o modelo de margem hiper-estendida**. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, 2019.
- OLIVEIRA, R. G. **Arcabouço geofísico, isostasia e causas do magmatismo cenozoico da Província Borborema e de sua margem continental (nordeste do Brasil)**. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 389 p, 2008.
- OLIVEIRA, S., LOURES L., MORAES, F., THEODORO, C. Nonlinear Impedance inversion for attenuating media. *Geophysics*, v.74, p. R111- R117, 2009.
- OLIVEIRA, R. G; MEDEIROS, W. E. Deep crustal framework of the Borborema Province, NE Brazil, derived from gravity and magnetic data. **Precambrian Research**, v. 315, n. 2018, p.45–65, 2018.
- OSAGIEDE, E. E., ROTEVATN, A., GAWTHORPE, A., KRISTENSEN, T. B., JACKSON, C. A. L., MARSH, M. Pre-existing intra-basement shear zones influence growth and geometry of non-colinear normal faults, western Utsira High–Heimdal Terrace, North Sea. **Journal of Structural Geology**, v. 130, 2019.
- PAVLIS, N. K., HOLMES, S. A., KENYON, S. C., FACTOR, J. K. An Earth Gravitational Model to degree 2160: EGM2008. In: GENERAL ASSEMBLY OF THE EUROPEAN GEOSCIENCES UNION, abstracts, Vienna, Austria, April 13-18, 2008.

- PAVLIS, N. K., HOLMES, S. A., KENYON, S. C., FACTOR, J. K. The development and evaluation of the Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008). **Journal of Geophysical Research**, v. 117, p. 1-38, 2012.
- PÉREZ-DÍAZ, L., EAGLES, G. South atlantic paleobathymetry since early cretaceous. **Sci. Rep.**, v. 7, p. 118-119, 2017.
- PEULVAST, J. P., BÉTARD, F. A history of basin inversion, scarp retreat and shallow denudation: the Araripe basin as a keystone for understanding long-term landscape evolution in NE Brazil. **Geomorphology**, v. 233, p. 20-40, 2015.
- POLÔNIA, J. A. P. **Geometria e cinemática do Rifte do Cabo, litoral sul do Estado de Pernambuco**. Dissertação de Mestrado, Inst. Geociências, UFRJ, Rio de Janeiro, 132p. 1997.
- PROSSER, S. Rift-related linked depositional systems and their seismic expression. **Geological Society Publication**, v. 71, p. 35-66, 1993.
- QUEIROZ, M. A., MACEDO, J. W. P., DE ROOY, C., ARAÚJO, T. C. Contribuição da geofísica ao mapeamento geológico da área de Canguaretama-RN. **Boletim do DG-CCE/UFRN**, v. 10, p. 58-67., 1985.
- RABÊLO CRUZ, L. **Caracterização Tectono-Estratigráfica da Sequência Transicional na Sub-Bacia de Sergipe**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008, 169p.
- RAMOS, V., FOLGUERA, A. Andean flat-slab subduction through time. **Geological Society, London, Special Publications**, v. 327, p. 31-54, 2009.
- RAMOS, V., PÉREZ, D. J. The Pampean flat-slab of the Central Andes. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 15, p. 59-78, 2001.
- RAND, H. M., MABESOONE, J. M. Northeastern Brazil and the final separation of South America and Africa. **Paleogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.**, v. 38, p. 163- 183. 1982.
- RESTON, T. J. The structure, evolution and symmetry of the magma-poor rifted margins of the North and Central Atlantic: a synthesis. **Tectonophysics**, v. 468, p. 6–27, 2009.
- ROEST, W. R., J. VERHOEF, E M. PILKINGTON. Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal. **Geophysics**, v. 57, p. 116–125, 1992. doi: 10.1190/1.1443174.
- ROHRMAN, M. Prospectivity of volcanic basins: Trap delineation and acreage de-risking. **AAPG Bull.**, v. 91, p. 915–939, 2007. doi:10.1306/12150606017.

- ROSSETTI, D. F., SANTOS Jr., A. E. Events of sediment deformation and mass failure in Upper Cretaceous estuarine deposits (Cametá Basin, northern Brazil) as evidence for seismic activity. **Sedimentary Geology**, v. 161, v. 1-2, p. 107-130, 2003.
- ROSSETTI, D. F. Influence of low amplitude/high frequency relative sea-level changes in a wave-dominated estuary (Miocene), São Luís Basin, northern Brazil. **Sed. Geol.**, v. 133, p. 295–324, 2000.
- ROSSETTI, D. F. Late Cenozoic sedimentary evolution in northeastern Pará, Brazil, within the context of sea level changes. **J. South Am. Earth. Sci.**, v. 14, p. 77–89, 2001.
- ROSSETTI, D. F. The role of tectonics on the preservation of estuarine valleys in areas with low accommodation rates: examples from Upper Cretaceous and Miocene Successions in Northern Brazil. **Spec Publ**, n. 85, p. 199–218, 2006a.
- ROSSETTI, D. F., GÓES, A. M., TRUCKENBRODT, W. A influência marinha nos Sedimentos Barreiras. **SerCienc Terra** v. 2, p. 17–29, 1990.
- ROSSETTI, D. F., SANTOS JR, Area. Facies architecture in a tectonically-influenced estuarine incised valley fill of Miocene age, Northern Brazil. **J South Am Earth Sci**, v. 17, p. 267–284, 2004.
- ROSSETTI, D. F., TRUCKENBRODT, W. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos Barreiras e Pós-Barreiras na região Bragantina, nordeste do Pará. **Ser Cienc Terra**, v. 1, p. 25–74, 1989.
- ROSSETTI, D. F.; ROJAS, R. R.; SONIA, H. T. Evolução dos Sedimentos Pós-Barreiras na Zona de Costeira da Bacia São Luís, Maranhão, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciência Naturais**, v. 9, n. 1, p. 11-25, 2013.
- SÁ, J. H. S. Contribuição à geologia dos sedimentos terciários e quaternários da região bragantina, estado do Pará. **Boletim de Geologia**, v. 3, p. 20-36, 1969.
- SÁ, J. M., BERTRAND, J. M., LETERRIER, J., MACEDO, M. H. F. Geochemistry and geochronology of pre-Brasiliano rocks from the Transversal Zone, Borborema Province, Northeast Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 14, p. 851-866, 2002.
- SACEK, V., MORAIS NETO, J., VASCONCELOS, P., CARMO, I. Numerical Modelling of Weathering, Erosion, Sedimentation and Uplift in a Triple Junction Divergent Margin. **Geochemistry, Geophysics, Geosystems**, 2019. DOI: 10.1029/2018GC008124.
- SANTANA, F. R. **Análise dos Depósitos da Sequência Vulcanoclástica Albiana da Bacia Pernambuco**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências PPGEOC-UFPE, 95 p., 2016.

- SANTOS, E. J., MEDEIROS, V. C. Constraints from granitic plutonism on Proterozoic crustal growth of the Transverse Zone, Borborema Province, NE Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**. V. 29, p. 73-84, 1999.
- SANTOS, E. J., VAN SCHMUS, W. R., KOZUCH, M., NEVES, B. B. B. The Cariris Velhos tectonic event in Northeast Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 29, p. 61-76, 2010. doi:10.1016/j.jsames.2009.07.003, 2010.
- SIAL, A. N. The magmatic province of Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco: A Brazilian Record of the ascension plume activity., In: LATIN AMERICAN CONGRESS OF GEOLOGY, 3, Acapulco, abstract. 1p, 1976.
- SIAL, A. N., BORBA, G. S., VILLARROEL, H.S., ALBUQUERQUE, C.A.R. Geoquímica de Elementos Terras Raras do Granito do Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Santa Catarina, **Anais XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, Balneário de Camboriú, Santa Catarina, Vol.4, 1988.
- SIAL, A. N., LACERDA, L. D., FERREIRA, V. P., FREI, R., MARQUILLAS, R. A., BARBOSA, J. A., GAUCHER, C., WINDMOLLER, C. C., PEREIRA, N. S. Mercury as a proxy for volcanic activity during extreme environmental turnover: The Cretaceous-Paleogene transition. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 387, p. 153-164, 2013.
- SILVA, H. A. **Análise de manchas naturais de óleo na região offshore da bacia de pernambuco com base em sensoriamento remoto: implicações para o seu estudo de sistemas petrolíferos**. Programa de pós-graduação em geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2019.
- SILVA FILHO, A. F., GUIMARÃES, I. P., VAN SCHMUS, W. R. Crustal Evolution of the Pernambuco-Alagoas Complex, Borborema Province, NE Brazil: Nd Isotopic Data from Neoproterozoic Granitoids. **Gondwana Research**, v. 5, N. 2, p. 409-422, 2001.
- SILVA, M. V. N., SIAL, A. N., BARBOSA, J.A., FERREIRA, V.P., NEUMANN, V.H., DE LACERDA, L.D. Carbon isotopes, rare-earth elements and mercury geochemistry across the K-T transition of the Paraíba Basin, northeastern Brazil. **Geological Society Special Publication**, v. 1, p. 85-104, 2013.
- SOARES, J., LIMA, M., FUCK, A., OLIVEIRA, M. Descontinuidade de Moho e velocidade média da crosta sob a linha de refração sísmica profunda N-S da Província Borborema:

uma aproximação por reflexões de alto ângulo. In: 12º Congresso Internacional de Geofísica, Rio de Janeiro, 2011.

- SOUZA, E. M. **Estratigrafia da Sequênciaclástica Inferior (Andares Coniaciano-Maastrichtiano Inferior) da Bacia da Paraíba, e Suas Implicações Paleogeográficas.** Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 350p., 2006.
- SOUZA, E. M. **Levantamento Radiométrico das Unidades Estratigráficas da Bacia Paraíba.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidades Federal de Pernambuco. 152 p., 1998.
- SOUZA, I. A., EBERT, H. D., CASTRO, J. C., SILVA, G. H. T. A influência das falhas de transferência na porção norte da Bacia de Santos na formação de armadilhas capazes de conter hidrocarbonetos. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS – PDPETRO, 2007, Campinas. **Anais do Congresso IV CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS – PDPETRO, 2007.**
- SOUZA, I. A., EBERT, H. D., CASTRO, J. C., SILVA, G. H. T. A influência das falhas de transferência na porção norte da Bacia de Santos na formação de armadilhas capazes de conter hidrocarbonetos. In: ANAIS DO CONGRESSO, 4º PDPETRO, Campinas, São Paulo, 2007.
- SOUZA, I. A., EBERT, H. D., CASTRO, J. C., SOARES J. R., SILVA, G. H. T. S., BENVENUTTI, C. F. Caracterização das falhas de transferência na porção norte da Bacia de Santos a partir da integração de dados geológicos e geofísicos. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, v. 17, p. 109-132, 2009.
- STEPHENS, M. A. Statistics for goodness of fit and some comparisons. *Journal of the American Statistical Association*, Canada, v. 69, p. 730-737, 1974.
- STINNESBECK, W., KELLER, G. Environmental changes across the Cretaceous-Tertiary Boundary in Northeastern Brazil. In: Cretaceous-Tertiary mass extinctions: biotic and environmental changes. MacLeod, N. & Keller, G. (eds). W.W. Norton & Company: New York, 1996.
- STUEVOLD, L. M., SKOGSEID, J., ELDHOLM, O. Post-Cretaceous uplift events on the Voringcontinental margin. **Geology**, v. 10, p. 919-922, 1992.
- SHUSTER, M. W., EATON, S., WAKEFIELD, L., KLOOSTERMAN, H. J. Neogene tectonics, greater Timor Sea, offshore Australia: Implications for trap risk. *APPEA Journal (Australian Petroleum Production and Exploration Association)*, 38:351–379, 1998.

- SUTRA, E., MANATSCHAL, G. How does the continental crust thin in a hyperextended rifted margin? Insights from the Iberia margin. *Geology*, v. 40, p. 139-142, 2011.
- SYLVESTER, A. G., SMITH, R. R. Tectonic transpression and basement-controlled deformation em San Andreas fault zone, Salton Trough, California. **AAPG Bull**, 60(12):2081-2102.
- TINOCO, I. M. **Foraminíferos e a Passagem entre o Cretáceo e o Terciário em Pernambuco**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- TOMÉ, M. E. T. R.; LIMA FILHO, M.F.; NEUMANN, V.H.M.L. Análise Estratigráfica do Albiano-Turoniano da Bacia Pernambuco: Considerações sobre a Paleogeografia e Geração de Hidrocarbonetos. *UNESP, Geociências*, v. 25, n. 1, p. 49-58, 2006.
- TOMÉ, M. E. T. R. Estudo dos ostracodes não-marinho do andar alagoas, nas bacias do araripe, cedro, jatobá e sergipe/alagoas? Nordeste do brasil. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2011.
- TORSVIK, T. H., VOO, R. V. Refining Gondwana and Pangea palaeogeography: estimates of Phanerozoic non-dipole (octupole) fields. **Geophys. J. Int.**, v. 151, p. 771 – 794, 2002.
- TURNER, J. P., GREEN, P., HOLFORD, S. P., LAWRENCE, S. R. Thermal history of the Rio Muni (West Africa)–NE Brazil margins during continental breakup. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 270, p. 354–367, 2008.
- VAGNES, E., GABRIELSEN, R. H., HAREMO, P. Late Cretaceous-Cenozoic intraplate contractional deformation at the Norwegian continental shelf: timing, magnitude and regional implications. **Tectonophysics**, v. 300, p. 29-46, 1998.
- VAN DER PLUIJM, MARSHAK, S. **Earth Structure: An Introduction to Structural Geology and Tectonics**. WW Norton & Company, Second Edition, 2004 ISBN 0-393-92467-X, 2004.
- VAN SCHMUS, W. R., OLIVEIRA, E. P., SILVA FILHO, A. F., TOTEU, S. F., PENAYE, J., GUIMARÃES, I. P. Proterozoic links between the Borborema Province, NE Brazil, and the Central African Fold Belt. **Geological Society, London, Special Publications**, v. 294, p. 69-99., 2008. Doi:10.1144/SP294.5.
- VASCONCELOS, D. L., BEZERRA, F. H. R., CLAUSEN, R., MEDEIROS, W. E., DE CASTRO, D., VITAL, H., BARBOSA, J. A. Influence of Precambrian shear zones on the formation of oceanic fracture zones along the continental margin of Brazil. **Marine and Petroleum Geology**, v. 101, p. 322–333, 2019.

- VAUCHEZ, A., NEVES, S. P., CABY, R., CORSINI, M., EGYDIO-SILVA, M., ARTHAUD, M., AMARO, V. The Borborema shear zone system, Ne Brazil. **Journal of South American earth Sciences**, v. 8, n. 3-4, p. 247-266, 1995.
- VERAS, J. D. D., SIAL, A. N., FERREIRA, V. P., NEUMANN, V. C and O Isotope Chemostratigraphy and Bulk Chemistry of Reef Limestones of the Tambaba Formation, Paraíba Basin, Northeastern Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 42, p. 349-358, 2019.
- WITHJACK, M. O., SCHLISCHE, R. W., OLSEN, P. E. Diachronous rifting, drifting, and inversion on the passive margin of central eastern North America—an analog for other passive margins. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, v. 82, p. 817–835, 1998.
- WHIBLEY, M., JACOBSON, T. Exploration in the Northern Bonaparte Basin, Timor Sea-WA-199-P: Australian Petroleum Production and Exploration Association Journal, 30:7–25, 1990.
- ZALÁN, P. V. A tectônica transcorrente na exploração de petróleo: uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 16, n. 3, p. 245-257, 1986b.
- ZALAN, P. V. End members of gravitational fold and thrust belts (GFTBs) in the deep waters of Brazil, 2005. In: SHAW JH, CONNORS C & SUPPE J (Eds.). SEISMIC INTERPRETATION OF CONTRACTIONAL FAULT-RELATED FOLDS. AN AMERICAN ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGISTS SEISMIC ATLAS, v. 53, p. 147–153, 2005.
- ZALÁN, P. V. Identificação de falhas transcorrentes em seções sísmicas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 16, n. 3, p. 258-265, 1986a.
- ZALÁN, P. V., WOLFF S., CONCEIÇÃO, J. C. J., ASTOLFI, M. A. M., VIEIRA I. S., APPI, V. T., ZANOTTO, O. A., MARQUES, A. Tectonics and sedimentation of the Paraná Basin. In: GONDWANA SYMPOSIUM, 7: São Paulo, Brazil, São Paulo, p. 83-117, 1991.

ANEXO A – VALORES DE REJEITO (MS TWT) OBTIDOS AO LONGO DOS PLANOS DE FALHA RIFTE QUE OCORREM NA ÁREA DE ESTUDO.

Linha	ID	Strike	Dip	x	y	RejeitoL	RejeitoF	RejeitoT	NPF	Refletor	Direcao	Bacia Sedimentar
2500354	1	X		932249,45	8987468,59	1,4785	1,59	0,1115	1	Rifte	N-S	Alto MaragogiBarreiros
2500354	2	X		934526,38	8993575,81	0,7612	0,9985	0,2373	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
2500354	4	X		939691,27	9007434,6	1,1877	1,2362	0,0485	2	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
2500354	5	X		941639,18	9012648,7	1,1151	1,057	-0,0581	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
2500354	7	X		945049,99	9021798,25	1,2457	1,3233	0,0776	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
2500354	10	X		946861,5	9026664,42	1,1926	1,2652	0,0726	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
2500354	11	X		948234,79	9030361,43	1,0811	1,0325	-0,0486	3	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
2500354	12	X		949068,63	9032587,04	1,2312	1,2893	0,0581	4	Rifte	NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
2500354	14	X		952586,05	9042039,8	1,1877	1,1536	-0,0341	2	Rifte	NW-SE / NE-SW	Bacia Pernambuco
2500354	19	X		963432,37	9071142,15	1,3088	1,444	0,1352	3	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
2500354	28	X		977994,74	9110312,7	1,4154	1,522	0,1066	3	Rifte	E-W	Zona de Cisalhamento PE
2500354	29	X		978942,83	9112852,77	1,5075	1,6917	0,1842	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
2500354	30	X		981165,74	9118846,68	1,556	1,7302	0,1742	3	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
2500354	31	X		983376,17	9124772,97	1,7107	1,7692	0,0585	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
2500351	43	X		945393,79	9049394,91	1,0035	1,1151	0,1116	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
2500351	44	X		949827,11	9064899,69	1,1341	1,2022	0,0681	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
2500351	46	X		952816,24	9075343,6	1,4834	1,4349	-0,0485	1	Rifte	N-S	Bacia Pernambuco
2500351	48	X		957892,88	9093119,87	1,9144	2,011	0,0966	3	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
2500351	52	X		960773,23	9103170,32	1,1731	1,3669	0,1938	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500352	57	X		943932,69	9036311,53	1,1006	1,2362	0,1356	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500352	64	X		958535,26	9075606,71	1,2262	1,3138	0,0876	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
2500352	65	X		962847,71	9087221,9	1,3818	1,4444	0,0626	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
2500352	67	X		966135,41	9096085,96	1,1777	1,2602	0,0825	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
2500352	68	X		967541,86	9099882,21	1,0811	1,1586	0,0775	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030253	75	X		975537,27	9121440,35	0,984	1,1586	0,1746	1	Rifte	NW-SE / NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
1030255	81	X		944340,44	9023925,76	1,0425	1,1151	0,0726	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
1030255	83	X		947182,34	9031541,15	1,018	1,1827	0,1647	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
1030257	88	X		941559,64	9004453,33	1,1486	1,2698	0,1212	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
1030257	93	X		949935,88	9027210,37	1,2748	1,3718	0,097	1	Rifte	NW-SE / NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
480614	104	X		940721,38	899081,51	1,2457	1,1586	-0,0871	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
480614	116	X		958635,83	9038953,63	1,4104	1,517	0,1066	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
480614	122	X		967949,19	9064196,4	1,454	1,527	0,073	1	Rifte	N-S	Bacia Pernambuco
1030259	139	X		950916,6	9006929,05	1,556	1,6527	0,0967	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
1030259	143	X		957328,7	9024416,29	1,6381	1,8223	0,1842	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
1030259	144	X		958117,26	9026620,38	1,6821	1,7643	0,0822	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
1030259	147	X		963008,11	9039944,33	1,7547	1,8709	0,1162	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
1030259	148	X		963307,42	9040762,42	1,8659	1,987	0,1211	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
1030259	150	X		965315,73	9046268,21	1,7738	1,8949	0,1211	1	Rifte	NW-SE / NE-SW	Bacia Pernambuco
VB0000335	153	X		949968,28	9001343,1	1,8078	1,9289	0,1211	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros

VB0000335	159	X		958798,73	9022611,15	2,055	1,963	-0,092	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	160	X		959864,69	9025207,39	1,7643	1,8758	0,1115	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	163	X		967611,54	9048127,97	1,953	1,8318	-0,1212	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
VB0000335	164	X		969958,99	9057027,09	1,522	1,6576	0,1356	2	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
1030261	173	X		960454,02	9020937,68	0,8583	0,9164	0,0581	2	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
1030261	175	X		966136,32	9036296,1	0,7517	0,6787	-0,073	2	Rifte	N-S	Bacia Pernambuco
2500357	181	X		953052,02	8997320,54	1,5125	1,5801	0,0676	3	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
2500357	182	X		953420,65	8998294,59	1,7688	1,8123	0,0435	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
2500357	188	X		966515,34	9033384,12	2,0646	1,94847	-0,11613	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
2500357	189	X		967477,78	9035988,42	1,5415	1,6481	0,1066	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
2500357	192	X		977374,83	9062533,53	2,2828	2,1957	-0,0871	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
2500357	193	X		979198,56	9067438,14	2,467	2,5055	0,0385	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
2500357	195	X		985678,65	9084790,38	2,7723	2,6947	-0,0776	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030263	199	X		957394,06	9000826,15	2,5395	2,6362	0,0967	1	Rifte	NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
1030263	200	X		958684,75	9004264,06	2,52	2,6316	0,1116	1	Rifte	NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
1030263	206	X		975948,37	9050622,93	2,932	3,0336	0,1016	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
VB0000737	221	X		991815,64	9079953,9	2,9564	3,0485	0,0921	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
VB0000737	226	X		998489,04	9105080,26	2,932	3,029	0,097	1	Rifte	E-W	Bacia Pernambuco
VB000035	234	X		1002111,36	9095190,6	2,2475	2,1939	-0,0536	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
VB000035	236	X		1004917,34	9105787,55	2,8	2,9792	0,1792	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
VB000035	237	X		1006447,58	9111581,57	2,8626	2,9257	0,0631	1	Rifte	E-W	Zona de Cisalhamento PE
2320408	244	X		990458,84	9042558	4,7095	4,5303	-0,1792	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
480613	251	X		950324,75	8984014,11	1,6091	1,6817	0,0726	1	Rifte	NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
1030293	256	X		954482,56	8987061,98	1,7252	1,8173	0,0921	1	Rifte	NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
1030291	260	X		955669,68	8990973,32	1,8368	1,9044	0,0676	1	Rifte	NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
1030289	265	X		957795,95	8994586,16	1,8323	1,9389	0,1066	1	Rifte	NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
2500384	268	X		942443,82	9001750,82	1,1972	1,2457	0,0485	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
2500384	269	X		962570,65	8985821,05	3,8234	3,935	0,1116	1	Rifte	NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
VB00128	273	X		968863,97	8985307,51	3,5811	3,6877	0,1066	1	Rifte	N-S	Alto MaragogiBarreiros
1030283	280	X		962554,34	9005599,79	1,7593	1,8949	0,1356	1	Rifte	NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
1030281	285	X		963839,16	9009618,28	2,0986	2,2052	0,1066	1	Rifte	NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
1030280	293	X		964182,54	9011777,42	1,4444	1,3233	-0,1211	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
1030280	294	X		964920,99	9011552,05	2,2438	2,4425	0,1987	1	Rifte	NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
1030274	301	X		967026,86	9021953,04	1,6236	1,7352	0,1116	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
1030274	302	X		969293,64	9021234,65	2,9465	2,8884	-0,0581	3	Rifte	NE-SW	Alto MaragogiBarreiros
2500381	305	X		967558,36	9024706,09	1,4494	1,5656	0,1162	1	Rifte	NW-SE	Alto MaragogiBarreiros
1030271	307	X		970266,54	9026968,06	2,491	2,5586	0,0676	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030270	312	X		970934,91	9028682,96	2,7818	2,8689	0,0871	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030269	314	X		971611,72	9030844,34	1,7107	1,7688	0,0581	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500380	318	X		972342,03	9033309,81	2,0115	1,9825	-0,029	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco

1030266	325	X	954141,65	9042470,18	1,4834	1,5755	0,0921	1	Rifte	N-S	Bacia Pernambuco
1030266	329	X	973313,77	9036284,27	2,7673	2,7092	-0,0581	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500379	331	X	976165	9036312,95	3,3874	3,5711	0,1837	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030264	335	X	955883,45	9045880,41	1,2217	1,3038	0,0821	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030262	341	X	955421,21	9048174,26	1,3528	1,4399	0,0871	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030262	342	X	956687,15	9047777,23	1,2898	1,2583	-0,0315	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030262	343	X	964005,68	9045465,21	1,7723	1,8515	0,0792	1	Rifte	NW-SE / NE-SW	Bacia Pernambuco
1030260	348	X	949029,85	9052625,92	1,2217	1,2993	0,0776	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030260	351	X	963467,72	9048043,01	1,6646	1,7528	0,0882	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
1030260	354	X	975631,41	9044191,97	2,559	2,6657	0,1067	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030258	360	X	980149,59	9044679,1	2,9705	3,0286	0,0581	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030258	361	X	984293,67	9043323,47	3,6973	3,8769	0,1796	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030256	362	X	949179,09	9056941	1,2412	1,1781	-0,0631	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
1030256	365	X	965510,98	9051693,22	1,6576	1,7207	0,0631	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030256	368	X	976827,27	9048078,25	2,5831	2,6752	0,0921	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030252	373	X	959265,72	9057722,09	1,3378	1,2553	-0,0825	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030252	374	X	965290,02	9055834,33	1,5851	1,493	-0,0921	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030252	375	X	967415,78	9055179,06	1,5705	1,522	-0,0485	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
1030252	377	X	977278,24	9052089,02	3,0145	3,1211	0,1066	1	Rifte	N-S	Bacia Pernambuco
1030250	380	X	973075,48	9055914,45	1,6767	1,7493	0,0726	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500374	384	X	969899,74	9059775,41	1,7252	1,6672	-0,058	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500374	386	X	973921,24	9058434,83	1,8804	1,9339	0,0535	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500374	388	X	982193,98	9055674,01	3,3484	3,4355	0,0871	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500373	392	X	967875,5	9065965,84	1,3864	1,483	0,0966	1	Rifte	NW-SE	Bacia Pernambuco
VB00148	397	X	974833,52	9067199,38	1,3619	1,4299	0,068	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500371	410	X	977929,29	9072689,38	2,2243	2,1467	-0,0776	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
480608	413	X	962789,19	9085746,74	1,052	1,1296	0,0776	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
480608	416	X	971428,99	9082808,58	1,3768	1,4204	0,0436	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
480608	418	X	980345,82	9079776,21	2,2923	2,3749	0,0826	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
480608	420	X	989671,71	9076604,74	3,1937	3,2858	0,0921	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500370	422	X	954727,56	9091332,72	1,1877	1,2217	0,034	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500370	429	X	990289,34	9078438,98	3,3144	3,3824	0,068	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
VB00212	432	X	980964,68	9085531,14	1,7643	1,8418	0,0775	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
VB00154	440	X	986178,99	9088367,61	2,1567	2,481	0,3243	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
VB00154	441	X	989549,87	9087485,15	2,6702	2,7723	0,1021	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500367	443	X	966994,27	9096449,88	0,7998	0,8774	0,0776	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500367	445	X	979966,2	9092160,78	1,4104	1,6041	0,1937	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500367	447	X	985282,14	9090401,04	1,8514	2,0065	0,1551	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500367	449	X	988192,52	9089429,86	2,0986	2,0596	-0,039	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500366	463	X	971986,83	9100221,22	1,1486	1,1101	-0,0385	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco

2500366	468		X	991715,42	9093731,21	2,5445	2,6702	0,1257	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
2500365	489		X	994864,38	9104232,3	2,457	2,6412	0,1842	1	Rifte	E-W	Bacia Pernambuco
VB00160	495		X	986067,24	9112584,47	1,522	1,6481	0,1261	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
VB00160	498		X	994896,56	9110283,06	2,0696	2,1762	0,1066	1	Rifte	NE-SW	Bacia Pernambuco
480600	501		X	971786,62	9120063,14	0,6646	0,7807	0,1161	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480600	506		X	997436,45	9117501,49	1,982	2,1031	0,1211	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480600	507		X	1002343,25	9117013,6	2,3699	2,5055	0,1356	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
2500363	511		X	989269,01	9104822,52	1,556	1,6336	0,0776	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
2500353	516	X		978713,46	9123621,43	1,1341	1,1972	0,0631	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480599	517		X	967927,99	9140124,36	0,8628	0,9454	0,0826	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480599	523		X	988154,44	9138965,69	1,4975	1,4299	-0,0676	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480598	529		X	975602,95	9159287,98	0,9164	0,8969	-0,0195	1	Rifte	NWN-SSE	Bacia Paraiba
480598	530		X	977871,35	9159115,21	1,086	1,047	-0,039	1	Rifte	NWN-SSE	Bacia Paraiba
480598	538		X	1007554,51	9157474,71	2,5781	2,6942	0,1161	1	Rifte	N-S	Bacia Paraiba
480597	539		X	970301,42	9169071,38	0,8533	0,989	0,1357	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480597	540		X	972574,38	9168952,86	1,1101	1,023	-0,0871	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480597	541		X	976277,3	9168735,35	1,1391	1,1827	0,0436	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480597	546		X	1000506,8	9167398,71	1,8518	2,021	0,1692	1	Rifte	N-S	Bacia Paraiba
480597	548		X	1005373,02	9167128,47	2,021	2,1616	0,1406	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480596	553		X	978654,68	9179256,89	0,8325	0,9184	0,0859	1	Rifte	N-S	Bacia Paraiba
480595	571		X	1004610,63	9187182,39	2,2297	2,5636	0,3339	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480595	572		X	1010204,16	9186837,96	3,5476	3,6492	0,1016	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480593	574		X	973696,25	9206246,91	0,8873	0,9599	0,0726	1	Rifte	NWN-SES	Bacia Paraiba
480593	575		X	977687,82	9207203,96	1,1291	1,1727	0,0436	1	Rifte	NWN-SES	Bacia Paraiba
480593	576		X	979343,62	9207628,72	1,1536	1,1101	-0,0435	1	Rifte	NWN-SES	Bacia Paraiba
480593	577		X	981306,11	9208147,84	1,2217	1,2893	0,0676	1	Rifte	N-S	Bacia Paraiba
480593	581		X	1002297,04	9213238,12	2,3894	2,6847	0,2953	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480593	582		X	1004602,38	9213723,96	3,2323	3,2128	-0,0195	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480592	584		X	973165,19	9216240,54	1,0761	1,1346	0,0585	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480591	595		X	976766,27	9226703,07	1,5801	1,6962	0,1161	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480591	596		X	980713,52	9227662,73	1,7302	1,6531	-0,0771	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480590	601		X	975884,58	9237162,73	1,6236	1,522	-0,1016	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480588	612		X	956053,9	9252932,67	0,9164	1,0375	0,1211	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480588	614		X	962042	9254387,54	1,1877	1,1341	-0,0536	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480584	623		X	958605,42	9273803,94	1,2698	1,3619	0,0921	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480583	631		X	961383,06	9294617,37	1,4009	1,5656	0,1647	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480583	633		X	965581,11	9295648,52	1,6481	1,7788	0,1307	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480582	637		X	952973,99	9312944,68	1,2843	1,3764	0,0921	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480582	638		X	954664,21	9313369,13	1,3038	1,3619	0,0581	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480581	639		X	938539,32	9330095,98	1,057	1,2072	0,1502	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba

480578	652	X	931942,37	9390514,83	1,0085	1,086	0,0775	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
480578	653	X	939894,62	9392570,32	1,3718	1,4639	0,0921	1	Rifte	NW-SE	Bacia Paraiba
2500356	660	X	989882,98	9128309,71	1,551	1,4685	-0,0825	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
2500356	661	X	994885,7	9142956,71	1,7107	1,7643	0,0536	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480604	663	X	989726,99	9147807,23	1,546	1,4494	-0,0966	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480604	665	X	990787,92	9166655,99	1,522	1,5606	0,0386	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480606	671	X	1002334,7	9185442,53	1,8418	1,7838	-0,058	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480606	673	X	1003352,8	9200791,65	2,3603	2,4865	0,1262	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480603	676	X	988291,86	9217119,22	1,449	1,6672	0,2182	1	Rifte	ENE-WSW	Bacia Paraiba
480603	682	X	978603,58	9253925,18	1,7302	1,8563	0,1261	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
00480586A	690	X	962858,62	9312562,49	2,7382	2,8399	0,1017	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
00480586A	694	X	958738,27	9328087,24	2,7913	2,7478	-0,0435	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
00480586A	696	X	955532,93	9340164,41	2,8979	2,8349	-0,063	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
00480586_Scan	702	X	940572,68	9396687,63	1,512	1,4494	-0,0626	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480602	708	X	981769,42	9182372,72	1,2117	1,0715	-0,1402	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480602	709	X	982321,74	9192269,65	1,2553	1,2072	-0,0481	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480601	717	X	971239,87	9242553,04	1,4589	1,512	0,0531	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480601	718	X	968858,34	9251574,62	1,2847	1,3573	0,0726	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480605	722	X	997153,53	9226306,17	2,1712	2,3168	0,1456	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480605	724	X	993564,56	9240214,71	3,1402	3,2418	0,1016	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480605	726	X	989215,53	9256574,78	3,5716	3,6977	0,1261	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba
480587	728	X	952601,48	9409184,98	2,486	2,5636	0,0776	1	Rifte	NE-SW	Bacia Paraiba

ANEXO B – VALORES DE REJEITO MEDIDO (MS TWT) AO LONGO DOS PLANOS DE FALHA QUE AFETAM O REFLETOR DO TOPO DO CRETÁCEO.

Linha	ID	Strike	Dip	x	y	RejeitoI	RejeitoF	RejeitoT	NPF	Refletor	Bacia Sedimentar
2500354	1	X		932249,45	8987468,59	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	2	X		934526,38	8993575,81	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	3	X		937408,9	9001305,69	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	4	X		939691,27	9007434,6	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	5	X		941639,18	9012648,7	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	6	X		942663,92	9015404,08	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	7	X		945049,99	9021798,25	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	8	X		945653,33	9023420,47	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	9	X		946419,9	9025463,26	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	10	X		946861,5	9026664,42	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	11	X		948234,79	9030361,43	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	12	X		949068,63	9032587,04	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	14	X		952586,05	9042039,8	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	15	X		953905,18	9045559,76	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	17	X		961386,34	9065661,96	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	18	X		962211,88	9067878,55	0,8321	0,8082	-0,0239	3	Cretáceo	Bacia Pernambuco
2500354	19	X		963432,37	9071142,15	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	20	X		964452,15	9073894,61	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	21	X		967831,64	9082983,73	0,5003	0,4772	-0,0231	1	Cretáceo	Bacia Pernambuco
2500354	22	X		968883,55	9085815,52	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	23	X		970767,85	9090871,09	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	26	X		974323,67	9100440,07	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	28	X		977994,74	9110312,7	0	0	0	0		Zona de Cisalhamento PE
2500354	29	X		978942,83	9112852,77	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500354	30	X		981165,74	9118846,68	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500354	31	X		983376,17	9124772,97	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500354	32	X		987894,57	9136967,39	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500354	33	X		989388,61	9140997,59	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500354	34	X		992147,41	9148407,58	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500351	35	X		931043,88	8999300,35	0,2772	0,2908	0,0136	4	Cretáceo	Alto MaragogiBarreiros
2500351	36	X		932408,57	9004046,36	0,3988	0,4933	0,0945	2	Cretáceo	Alto MaragogiBarreiros
2500351	39	X		937608,85	9022209,66	0,3183	0,304	-0,0143	1	Cretáceo	Alto MaragogiBarreiros
2500351	43	X		945393,79	9049394,91	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	44	X		949827,11	9064899,69	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	45	X		952616,51	9074639,28	0,247	0,279	0,032	1	Cretáceo	Bacia Pernambuco
2500351	46	X		952816,24	9075343,6	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	47	X		954042,66	9079618,42	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	48	X		957892,88	9093119,87	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	49	X		958886,11	9096580,95	0	0	0	0		Bacia Pernambuco

2500351	50 X		959594,66	9099080,16	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	51 X		960531,77	9102368,56	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	52 X		960773,23	9103170,32	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	57 X		943932,69	9036311,53	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	59 X		946040,63	9041977,56	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	62 X		954556,12	9064889,92	0,7461	0,7927	0,0466	3	Cretáceo	Bacia Pernambuco
2500352	63 X		956594,85	9070364,91	0,4379	0,4032	-0,0347	1	Cretáceo	Bacia Pernambuco
2500352	64 X		958535,26	9075606,71	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	65 X		962847,71	9087221,9	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	67 X		966135,41	9096085,96	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	68 X		967541,86	9099882,21	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	69 X		969029,59	9103903,02	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	70 X		971128,95	9109536,58	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	71 X		971645,83	9110951,43	0,1662	0,1397	-0,0265	2		Zona de Cisalhamento PE
2500352	72 X		973141,14	9114979,4	0	0	0	0		Bacia Paraíba
2500352	73 X		974643,91	9119019,43	0,3076	0,3406	0,033	2	Cretáceo	Bacia Paraíba
2500352	74 X		974973,06	9119919,79	0	0	0	0		Bacia Paraíba
1030253	75 X		975537,27	9121440,35	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030253	76 X		943315,92	9031971,39	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030253	77 X		946668,14	9041146,62	1,568	1,6608	0,0928	1	Cretáceo	Bacia Pernambuco
1030253	78 X		948192,95	9045282,67	0,4785	0,5038	0,0253	3	Cretáceo	Bacia Pernambuco
1030255	79 X		940831,04	9014511,62	0,2198	0,1787	-0,0411	3	Cretáceo	Alto MaragogiBarreiros
1030255	80 X		941950,05	9017531,3	0,488	0,4968	0,0088	5	Cretáceo	Alto MaragogiBarreiros
1030255	81 X		944340,44	9023925,76	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030255	82 X		944952,52	9025575,72	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030255	83 X		947182,34	9031541,15	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030255	84 X		947614,55	9032751,51	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030255	85 X		949394	9037537,61	0,2944	0,3214	0,027	3	Cretáceo	Bacia Pernambuco
1030255	86 X		951506,8	9043197,18	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030255	87 X		956896,07	9057693,08	0,8824	0,9086	0,0262	1	Cretáceo	Bacia Pernambuco
1030257	88 X		941559,64	9004453,33	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030257	90 X		944179,41	9011606,72	0,4156	0,4391	0,0235	2	Cretáceo	Alto MaragogiBarreiros
1030257	93 X		949935,88	9027210,37	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030257	94 X		950465,11	9028653,39	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030257	99 X		954534,67	9039845,18	0,4602	0,4828	0,0226	1	Cretáceo	Bacia Pernambuco
480614	104 X		940721,38	899081,51	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
480614	106 X		945716,9	9004483,26	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
480614	107 X		946457,87	9006435,37	0,5562	0,3349	-0,2213	2	Cretáceo	Alto MaragogiBarreiros
480614	111 X		952690,39	9022866,48	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
480614	112 X		954878,02	9028963,84	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros

480614	113	X		956249,36	9032792,03	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
480614	114	X		956825,37	9034315,75	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480614	116	X		958635,83	9038953,63	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480614	119	X		963195	9051339,72	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480614	120	X		964170,26	9053940,79	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480614	121	X		966595,19	9060509,66	0,6638	0,6785	0,0147	2	Cretaceo	Bacia Pernambuco
480614	122	X		967949,19	9064196,4	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030259	134	X		941992,27	8982562,52	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	135	X		943482	8986648,72	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	137	X		948519,5	9000393,05	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	138	X		949219,66	9002309,24	0,3534	0,3286	-0,0248	1	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030259	139	X		950916,6	9006929,05	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	140	X		951470,85	9008455,31	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	141	X		953975,68	9015324,36	0,2788	0,2415	-0,0373	1	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030259	143	X		957328,7	9024416,29	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	144	X		958117,26	9026620,38	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	147	X		963008,11	9039944,33	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030259	148	X		963307,42	9040762,42	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030259	149	X		964601,33	9044339,06	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030259	150	X		965315,73	9046268,21	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000335	152	X		949177,33	8999434,51	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	153	X		949968,28	9001343,1	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	157	X		955469,4	9014599,82	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	159	X		958798,73	9022611,15	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	160	X		959864,69	9025207,39	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	163	X		967611,54	9048127,97	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000335	164	X		969958,99	9057027,09	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030261	171	X		956446,6	9010064,29	0,5927	0,5506	-0,0421	4	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030261	173	X		960454,02	9020937,68	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030261	175	X		966136,32	9036296,1	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500357	181	X		953052,02	8997320,54	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500357	182	X		953420,65	8998294,59	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500357	183	X		954017,68	8999907,6	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500357	185	X		956534,22	9006626,39	0,6118	0,6298	0,018	1	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
2500357	187	X		964098	9026903,23	0,7007	0,7326	0,0319	2	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
2500357	188	X		966515,34	9033384,12	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500357	189	X		967477,78	9035988,42	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500357	192	X		977374,83	9062533,53	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500357	193	X		979198,56	9067438,14	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500357	195	X		985678,65	9084790,38	0	0	0	0		Bacia Pernambuco

1030263	196	X		950364,7	8982004,36	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030263	198	X		955196,42	8994945,72	0,8486	0,8867	0,0381	1	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030263	199	X		957394,06	9000826,15	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030263	200	X		958684,75	9004264,06	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030263	204	X		967094,83	9026909,58	1,3132	1,3657	0,0525	3	Cretaceo	Bacia Pernambuco
1030263	205	X		971534,89	9038729,04	1,4392	1,4193	-0,0199	3	Cretaceo	Bacia Pernambuco
1030263	206	X		975948,37	9050622,93	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030263	207	X		977552,54	9054905,67	1,3762	1,3396	-0,0366	3	Cretaceo	Bacia Pernambuco
VB0000737	208	X		959954,31	8984116,92	2,1438	2,0997	-0,0441	4	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
VB0000737	209	X		961861,88	8988747,81	2,0557	2,0261	-0,0296	1	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
VB0000737	211	X		968391,93	9004684,42	2,4425	2,4084	-0,0341	3	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
VB0000737	214	X		976128,49	9023599,45	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB0000737	215	X		978614,68	9030382,16	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	216	X		982368	9044489,01	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	217	X		985945,73	9057873,57	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	218	X		986726,53	9060800,59	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	219	X		989021,35	9069427,68	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	220	X		990147,62	9073669,88	1,6961	1,7278	0,0317	4		Bacia Pernambuco
VB0000737	221	X		991815,64	9079953,9	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	222	X		993391,73	9085869,19	1,6882	1,72	0,0318	5		Bacia Pernambuco
VB0000737	223	X		995037,78	9092046,88	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	224	X		995190,49	9092620,03	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	226	X		998489,04	9105080,26	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	227	X		1000131,71	9111264,42	0	0	0	0		Zona de Cisalhamento PE
VB000035	229	X		991993,74	9057039,04	2,3491	2,3876	0,0385	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
VB000035	231	X		996226,49	9073044,06	2,1359	2,1649	0,029	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
VB000035	234	X		1002111,36	9095190,6	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB000035	236	X		1004917,34	9105787,55	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB000035	237	X		1006447,58	9111581,57	0	0	0	0		Zona de Cisalhamento PE
2320408	239	X		969854,47	8978659,4	2,82	2,8731	0,0531	2	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
2320408	243	X		988648,1	9036917,14	2,243	2,282	0,039	3	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2320408	244	X		990458,84	9042558	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2320408	246	X		994620,95	9055445,41	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480613	250	X		937594,87	8988332,3	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
480613	251	X		950324,75	8984014,11	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500387	252	X		932429,78	8991506,3	0,4319	0,4074	-0,0245	1	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
2500385	253	X		932382,85	8998872,62	0,3398	0,3929	0,0531	1	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030293	254	X		945835,15	8989993,02	0,4269	0,4559	0,029	2	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030293	255	X		951216,39	8988177,69	1,057	1,0906	0,0336	2	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030293	256	X		954482,56	8987061,98	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros

1030291	258	X	944341,04	8994818,18	0,548	0,5625	0,0145	1	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030291	259	X	952300,52	8992115,26	0,4319	0,4464	0,0145	4	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030291	260	X	955669,68	8990973,32	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030291	261	X	962915,16	8988543,27	2,1326	2,1571	0,0245	3	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030291	262	X	968845,68	8986509,99	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030291	263	X	973306,18	8985004,75	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030289	265	X	957795,95	8994586,16	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500384	266	X	932363,41	9009746,87	0,2817	0,2332	-0,0485	1	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
2500384	267	X	935169,93	9007511,1	0,3688	0,3448	-0,024	2	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
2500384	268	X	942443,82	9001750,82	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500384	269	X	962570,65	8985821,05	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500384	270	X	968754,7	8980922,27	2,8208	2,8644	0,0436	2	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
2500384	271	X	971721,36	8978569,34	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2320406	272	X	961057,76	8982263,76	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB00128	273	X	968863,97	8985307,51	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB00128	274	X	972982,73	8983551,67	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030287	275	X	947679,94	9001671,75	0,3008	0,3298	0,029	1	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030285	278	X	958142,41	9002426,87	0,8466	0,8831	0,0365	3	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030283	280	X	962554,34	9005599,79	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030281	285	X	963839,16	9009618,28	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030281	286	X	967373,5	9008535,96	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030281	287	X	975627,27	9005905,5	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030281	288	X	980025,53	9004524,93	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030280	293	X	964182,54	9011777,42	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030280	294	X	964920,99	9011552,05	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030278	295	X	9664455,23	9015541,68	1,8999	1,8854	-0,0145	3	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030276	296	X	962827,4	9020457,97	0,3643	0,2912	-0,0731	3	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030276	297	X	967796,85	9018849,76	1,2457	1,2122	-0,0335	1	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030274	298	X	943521,54	9029361,45	0,4509	0,4174	-0,0335	2	Cretaceo	Alto MaragogiBarreiros
1030274	301	X	967026,86	9021953,04	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030274	302	X	969293,64	9021234,65	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030273	303	X	970073,29	9022435,91	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500381	305	X	967558,36	9024706,09	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500381	306	X	982381,5	9020063,64	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030271	307	X	970266,54	9026968,06	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030271	308	X	975671,33	9025314,59	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030271	309	X	983177,51	9022940,72	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030270	310	X	965829,8	9030336,12	0,3979	0,4364	0,0385	4		Bacia Pernambuco
1030270	311	X	966783,25	9030019,2	1,2847	1,3283	0,0436	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
1030270	312	X	970934,91	9028682,96	0	0	0	0		Bacia Pernambuco

1030269	314	X	971611,72	9030844,34	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500380	316	X	956633,48	9038215,02	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500380	318	X	972342,03	9033309,81	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500380	319	X	975996,42	9032178,85	1,9144	1,948	0,0336	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500380	320	X	984552,33	9029508,59	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030267	321	X	960093,43	9038495,33	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030267	322	X	963266,75	9037495,9	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030267	323	X	972721,03	9034421,87	1,7202	1,6722	-0,048	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
1030266	325	X	954141,65	9042470,18	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030266	327	X	966059,77	9038624,54	0,4559	0,4804	0,0245	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
1030266	329	X	973313,77	9036284,27	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030266	330	X	974110,81	9036019,83	1,3428	1,4154	0,0726	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500379	331	X	976165	9036312,95	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500379	332	X	985222,16	9033530,23	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030264	335	X	955883,45	9045880,41	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030264	336	X	962353,43	9043783,13	0,4223	0,4609	0,0386	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
1030264	338	X	974409,36	9039931,55	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030262	341	X	955421,21	9048174,26	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030262	342	X	956687,15	9047777,23	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030262	343	X	964005,68	9045465,21	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030262	346	X	969414,82	9043749,36	0,3398	0,3833	0,0435	3	Cretaceo	Bacia Pernambuco
1030262	347	X	974858,76	9042024,93	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030260	348	X	949029,85	9052625,92	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030260	351	X	963467,72	9048043,01	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030260	354	X	975631,41	9044191,97	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030258	356	X	952988,61	9053478,13	0,2863	0,3153	0,029	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
1030258	360	X	980149,59	9044679,1	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030258	361	X	984293,67	9043323,47	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030256	362	X	949179,09	9056941	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030256	365	X	965510,98	9051693,22	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030256	368	X	976827,27	9048078,25	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030254	371	X	966514,17	9053510,48	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030254	372	X	977118,84	9050130,34	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030252	373	X	959265,72	9057722,09	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030252	374	X	965290,02	9055834,33	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030252	375	X	967415,78	9055179,06	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030252	377	X	977278,24	9052089,02	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030250	378	X	966547,32	9057928,36	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030250	379	X	971979,36	9056255,88	0,8583	0,9114	0,0531	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
1030250	380	X	973075,48	9055914,45	0	0	0	0		Bacia Pernambuco

2500374	381	X	950671,42	9066197,02	0,5721	0,6061	0,034	4	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500374	384	X	969899,74	9059775,41	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500374	385	X	9723379,16	9058952,32	0,5095	0,553	0,0435	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500374	386	X	973921,24	9058434,83	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500374	387	X	977889,36	9057116,79	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500374	388	X	982193,98	9055674,01	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500374	389	X	992482,96	9052238,64	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500373	392	X	967875,5	9065965,84	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500373	393	X	969924,85	9065268,3	0,6256	0,582	-0,0436	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500373	395	X	983493,83	9060706,6	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500373	396	X	989726,97	9058608,02	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00148	397	X	974833,52	9067199,38	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00148	398	X	976080,7	9066855	0,4124	0,3929	-0,0195	1		Bacia Pernambuco
VB00148	399	X	979447,74	9065927,85	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00148	400	X	981620,45	9065328,34	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00148	401	X	985693,69	9064205,57	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500372	403	X	967768,01	9071615,85	0,4028	0,4319	0,0291	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500371	404	X	956931,96	9079767,67	0,6496	0,6691	0,0195	4	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500371	410	X	977929,29	9072689,38	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500371	411	X	982562,73	9071125,28	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	413	X	962789,19	9085746,74	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	414	X	964900,8	9085028,64	0,4804	0,4369	-0,0435	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
480608	415	X	968261,21	9083885,85	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	416	X	971428,99	9082808,58	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	417	X	978611,51	9080366	0,4174	0,4464	0,029	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
480608	418	X	980345,82	9079776,21	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	419	X	985062,51	9078172,2	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	420	X	989671,71	9076604,74	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	421	X	998265,33	9073682,28	2,5055	2,5296	0,0241	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500370	422	X	954727,56	9091332,72	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500370	424	X	963593,03	9088096,68	0,2622	0,2282	-0,034	3	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500370	427	X	979569,89	9082330,28	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500370	428	X	981297,85	9081700,43	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500370	429	X	990289,34	9078438,98	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00212	432	X	980964,68	9085531,14	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00212	434	X	987556,17	9084075,86	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00212	435	X	990066,97	9083410,01	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00212	436	X	994489,85	9082235,18	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00154	440	X	986178,99	9088367,61	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00154	441	X	989549,87	9087485,15	0	0	0	0		Bacia Pernambuco

2500367	443	X	966994,27	9096449,88	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500367	444	X	973291,75	9094370,49	0,1942	0,1701	-0,0241	4	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500367	445	X	979966,2	9092160,78	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500367	446	X	981929,6	9091512,56	0,2767	0,3153	0,0386	3	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500367	447	X	985282,14	9090401,04	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500367	448	X	986973,05	9089841,24	0,5721	0,543	-0,0291	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500367	449	X	988192,52	9089429,86	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500367	450	X	990390,99	9088713,48	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500367	451	X	995070,93	9087168,43	1,5465	1,5125	-0,034	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
VB00214	455	X	991329,76	9091159,65	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00214	456	X	996509,58	9089805,69	1,7838	1,8078	0,024	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
VB00214	457	X	998289,75	9089340,47	1,7643	1,8033	0,039	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
VB00214	458	X	1004095,49	9087823,51	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00214	459	X	1004126,46	9087815,42	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500366	463	X	971986,83	9100221,22	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500366	468	X	991715,42	9093731,21	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500366	469	X	1002867,39	9090060,71	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00156	470	X	988954,96	9095676,07	1,1827	1,2557	0,073	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
VB00156	471	X	992209,5	9094835,33	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00156	472	X	995626,6	9093951,42	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00156	473	X	997573,47	9093455,8	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00156	474	X	1005539,19	9091401,18	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480607	475	X	988970,65	9099824,21	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480607	477	X	993799,7	9098199,75	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480607	480	X	978877,56	9103252,08	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500365	486	X	990280,26	9105817,81	0,4509	0,4949	0,044	1	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500365	487	X	991925,38	9105246	0,3883	0,3543	-0,034	5	Cretaceo	Bacia Pernambuco
2500365	489	X	994864,38	9104232,3	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00160	495	X	986067,24	9112584,47	0	0	0	0		Bacia Paraiba
VB00160	497	X	993721,91	9110587,08	0,4949	0,5575	0,0626	2	Cretaceo	Zona de Cisalhamento PE
VB00160	498	X	994896,56	9110283,06	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00160	499	X	997929,66	9109490,49	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00160	500	X	1008053,04	9106846,75	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480600	501	X	971786,62	9120063,14	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480600	502	X	979524,01	9119297,49	0,4319	0,3833	-0,0486	2	Cretaceo	Bacia Paraiba
480600	504	X	987745,6	9118479,95	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480600	506	X	997436,45	9117501,49	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480600	507	X	1002343,25	9117013,6	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500363	508	X	973987,05	9125438,93	0,1896	0,1651	-0,0245	2	Cretaceo	Bacia Paraiba
2500363	509	X	976609,47	9121913,81	0,2477	0,2282	-0,0195	1	Cretaceo	Bacia Paraiba

2500363	510	X	979439,02	9118086,93	0,3593	0,3929	0,0336	3	Cretaceo	Bacia Paraiba
2500363	511	X	989269,01	9104822,52	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500363	515	X	1002544,47	9086894,51	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500353	516	X	978713,46	9123621,43	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480599	517	X	967927,99	9140124,36	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480599	518	X	970130,87	9140005,94	0,2717	0,3058	0,0341	2	Cretaceo	Bacia Paraiba
480599	519	X	971532,97	9139903,05	0,3883	0,3688	-0,0195	1	Cretaceo	Bacia Paraiba
480599	523	X	988154,44	9138965,69	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480599	527	X	1005912,2	9137922,67	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480598	528	X	973435,71	9159481,48	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480598	529	X	975602,95	9159287,98	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480598	530	X	977871,35	9159115,21	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480598	532	X	983287,09	9158864,45	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480598	536	X	1000786,55	9157931,33	0,5625	0,577	0,0145	1	Cretaceo	Bacia Paraiba
480598	537	X	1004148,98	9157778,74	1,1346	1,1781	0,0435	1	Cretaceo	Bacia Paraiba
480598	538	X	1007554,51	9157474,71	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480597	539	X	970301,42	9169071,38	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480597	540	X	972574,38	9168952,86	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480597	541	X	976277,3	9168735,35	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480597	546	X	1000506,8	9167398,71	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480597	548	X	1005373,02	9167128,47	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480597	549	X	1008515,56	9166996,32	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	550	X	968780,51	9179659,76	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	551	X	971757,45	9179538,3	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	553	X	978654,68	9179256,89	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	555	X	983836,55	9179045,46	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	556	X	987911,39	9178879,2	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	557	X	990536,1	9178772,03	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480595	564	X	978518,33	9188851,55	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480595	571	X	1004610,63	9187182,39	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480595	572	X	1010204,16	9186837,96	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	573	X	970731,58	9205517,68	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	574	X	973696,25	9206246,91	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	575	X	977687,82	9207203,96	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	576	X	979343,62	9207628,72	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	577	X	981306,11	9208147,84	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	578	X	983261,56	9208589,44	0,4559	0,485	0,0291	2	Cretaceo	Bacia Paraiba
480593	581	X	1002297,04	9213238,12	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	582	X	1004602,38	9213723,96	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480592	584	X	973165,19	9216240,54	0	0	0	0		Bacia Paraiba

480592	589	X	992006,52	9220847,88	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480592	591	X	998088,69	9222419,63	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480591	594	X	974464,27	9226143,41	0,553	0,582	0,029	1	Cretaceo	Bacia Paraiba
480591	595	X	976766,27	9226703,07	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480591	596	X	980713,52	9227662,73	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480590	599	X	970334,33	9235768,65	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480590	601	X	975884,58	9237162,73	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480590	604	X	985374,71	9239546,4	0,9504	0,9649	0,0145	1	Cretaceo	Bacia Paraiba
480590	606	X	989630,16	9240615,25	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480589	611	X	969780,95	9245733,57	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480588	612	X	956053,9	9252932,67	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480588	614	X	962042	9254387,54	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480588	616	X	967904,22	9255811,83	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480588	617	X	970007,87	9256322,93	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480588	618	X	974849,74	9257499,31	1,3378	1,3864	0,0486	4	Cretaceo	Bacia Paraiba
480588	620	X	981130,33	9259025,24	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480584	622	X	954492,84	9272801,77	0,9164	0,8338	-0,0826	1	Cretaceo	Bacia Paraiba
480584	623	X	958605,42	9273803,94	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480584	624	X	960519,93	9274270,47	0,2912	0,2622	-0,029	1	Cretaceo	Bacia Paraiba
480584	626	X	965107,06	9275388,28	0,6451	0,6641	0,019	1	Cretaceo	Bacia Paraiba
480583	630	X	959137,88	9294065,89	0,5285	0,548	0,0195	1	Cretaceo	Bacia Paraiba
480583	631	X	961383,06	9294617,37	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480583	632	X	963429,92	9295120,13	0,6787	0,7127	0,034	1	Cretaceo	Bacia Paraiba
480583	633	X	965581,11	9295648,52	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480583	634	X	969881,28	9296704,75	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480583	635	X	974672,82	9297881,67	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480582	637	X	952973,99	9312944,68	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480582	638	X	954664,21	9313369,13	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480581	639	X	938539,32	9330095,98	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480581	640	X	943055,01	9331326,01	0,7953	0,7903	-0,005	3	Cretaceo	Bacia Paraiba
480581	641	X	946095,12	9332154,1	0,4174	0,4659	0,0485	2	Cretaceo	Bacia Paraiba
480581	642	X	953431,82	9334152,55	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480580	644	X	946531,71	9352732,25	0,8243	0,8193	-0,005	3	Cretaceo	Bacia Paraiba
480580	646	X	949929,61	9353638,34	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480579	647	X	929661,44	9369127,39	0,2817	0,3253	0,0436	1	Cretaceo	Bacia Paraiba
480579	650	X	948468,22	9374144,79	1,1682	1,1632	-0,005	1	Cretaceo	Bacia Paraiba
480578	651	X	924509,49	9388593,6	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480578	652	X	931942,37	9390514,83	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480578	653	X	939894,62	9392570,32	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480578	654	X	946971,89	9394399,64	0	0	0	0		Bacia Paraiba

480577	656	X	928386,74	9410250,34	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480577	658	X	939018,22	9413002,68	0	0	0	0	Bacia Paraiba
2500356	660	X	989882,98	9128309,71	0	0	0	0	Bacia Paraiba
2500356	661	X	994885,7	9142956,71	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480604	662	X	988555,26	9127683,94	0,6356	0,6546	0,019	1	Bacia Paraiba
480604	663	X	989726,99	9147807,23	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480604	665	X	990787,92	9166655,99	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480604	666	X	991415,07	9175336,3	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480606	671	X	1002334,7	9185442,53	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480606	673	X	1003352,8	9200791,65	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480603	674	X	992513,04	9201103,64	0,8438	0,8728	0,029	1	Cretaceo Bacia Paraiba
480603	676	X	988291,86	9217119,22	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480603	677	X	986626,21	9223395,82	0,8388	0,8678	0,029	1	Cretaceo Bacia Paraiba
480603	680	X	981209,17	9244218,71	0,7807	0,8148	0,0341	2	Cretaceo Bacia Paraiba
480603	682	X	978603,58	9253925,18	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480603	683	X	975569,42	9265505,82	0	0	0	0	Bacia Paraiba
00480586A	685	X	970829,57	9282529,35	0,5335	0,4949	-0,0386	2	Cretaceo Bacia Paraiba
00480586A	689	X	963645,79	9309596,58	0	0	0	0	Bacia Paraiba
00480586A	690	X	962858,62	9312562,49	0	0	0	0	Bacia Paraiba
00480586A	691	X	961599,39	9317307,04	1,5755	1,6236	0,0481	3	Cretaceo Bacia Paraiba
00480586A	694	X	958738,27	9328087,24	0	0	0	0	Bacia Paraiba
00480586A	695	X	956393,4	9336922,32	1,8078	1,8223	0,0145	1	Cretaceo Bacia Paraiba
00480586A	696	X	95532,93	9340164,41	0	0	0	0	Bacia Paraiba
00480586_Scan	698	X	949755,92	9362056,71	0	0	0	0	Bacia Paraiba
00480586_Scan	699	X	949096,54	9364543,3	1,2117	1,2507	0,039	2	Cretaceo Bacia Paraiba
00480586_Scan	700	X	948447,51	9366990,83	1,4785	1,5075	0,029	2	Cretaceo Bacia Paraiba
00480586_Scan	701	X	946993,21	9372475,15	0,6111	0,6496	0,0385	4	Cretaceo Bacia Paraiba
00480586_Scan	702	X	940572,68	9396687,63	0	0	0	0	Bacia Paraiba
00480586_Scan	703	X	939333,41	9401361,01	0,548	0,587	0,039	1	Cretaceo Bacia Paraiba
00480586_Scan	704	X	936645,7	9411496,63	0	0	0	0	Bacia Paraiba
00480586_Scan	706	X	930371,46	9435157,44	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480602	707	X	980867,72	9165485,63	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480602	708	X	981769,42	9182372,72	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480602	709	X	982321,74	9192269,65	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480601	710	X	982441,04	9198296,17	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480601	712	X	978586,33	9213479,35	0,8098	0,7757	-0,0341	2	Cretaceo Bacia Paraiba
480601	713	X	977882,09	9216470,05	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480601	714	X	976786,01	9220598,96	0,5721	0,5385	-0,0336	2	Cretaceo Bacia Paraiba
480601	716	X	972357,45	9237860,01	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480601	717	X	971239,87	9242553,04	0	0	0	0	Bacia Paraiba

480601	718	X		968858,34	9251574,62	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480605	719	X		1003100,48	9203373,42	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480605	720	X		1002663,95	9205053,54	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480605	721	X		999814,71	9215823,83	1,6817	1,7062	0,0245	2	Bacia Paraiba
480605	722	X		997153,53	9226306,17	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480605	724	X		993564,56	9240214,71	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480605	726	X		989215,53	9256574,78	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480587	727	X		954629,53	9401713,39	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480587	728	X		952601,48	9409184,98	0	0	0	0	Bacia Paraiba
480587	729	X		949882,59	9419201,76	0	0	0	0	Bacia Paraiba

ANEXO C – VALORES DE REJEITO MEDIDO (MS TWT) AO LONGO DOS PLANOS DE FALHA QUE AFETAM O REFLETOR DO TOPO DO MIOCENO.

Linha	ID	Strike	Dip	x	y	RejeitoI	RejeitoF	RejeitoT	NPF	Refletor	Bacia Sedimentar
2500354	1	X		932249,45	8987468,59	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	2	X		934526,38	8993575,81	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	3	X		937408,9	9001305,69	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	4	X		939691,27	9007434,6	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	5	X		941639,18	9012648,7	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	6	X		942663,92	9015404,08	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	7	X		945049,99	9021798,25	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	8	X		945653,33	9023420,47	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	9	X		946419,9	9025463,26	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	10	X		946861,5	9026664,42	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	11	X		948234,79	9030361,43	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	12	X		949068,63	9032587,04	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500354	13	X		950383,45	9036101,81	0,1323	0,1817	0,0494	4	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500354	14	X		952586,05	9042039,8	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	15	X		953905,18	9045559,76	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	16	X		957941,78	9056407,47	0,1661	0,1448	-0,0213	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500354	17	X		961386,34	9065661,96	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	19	X		963432,37	9071142,15	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	20	X		964452,15	9073894,61	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	22	X		968883,55	9085815,52	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	23	X		970767,85	9090871,09	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	24	X		971670,24	9093316,43	0,2535	0,2933	0,0398	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500354	25	X		972607,26	9095832,78	0,1609	0,1492	-0,0117	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500354	26	X		974323,67	9100440,07	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500354	27	X		976012,88	9104973,52	0,3377	0,3143	-0,0234	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500354	28	X		977994,74	9110312,7	0	0	0	0		Zona de Cisalhamento PE
2500354	29	X		978942,83	9112852,77	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500354	30	X		981165,74	9118846,68	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500354	31	X		983376,17	9124772,97	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500354	32	X		987894,57	9136967,39	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500354	33	X		989388,61	9140997,59	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500354	34	X		992147,41	9148407,58	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500351	37	X		934192,3	9010286,82	0,2582	0,2533	-0,0049	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500351	38	X		935838,62	9016025,17	0,2377	0,2191	-0,0186	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500351	40	X		939792,11	9029819,38	0,1185	0,1321	0,0136	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500351	41	X		941476,42	9035700,72	0,552	0,5933	0,0413	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500351	42	X		944088,82	9044834,27	0,2441	0,2838	0,0397	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500351	43	X		945393,79	9049394,91	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	44	X		949827,11	9064899,69	0	0	0	0		Bacia Pernambuco

2500351	46	X	952816,24	9075343,6	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	47	X	954042,66	9079618,42	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	48	X	957892,88	9093119,87	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	49	X	958886,11	9096580,95	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	50	X	959594,66	9099080,16	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	51	X	960531,77	9102368,56	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500351	52	X	960773,23	9103170,32	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	53	X	936171,45	9015470,24	0,1196	0,0973	-0,0223	6	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500352	54	X	938172,85	9020836,75	0,1476	0,193	0,0454	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500352	55	X	940409,54	9026856,62	0,1711	0,1299	-0,0412	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500352	56	X	942870,95	9033480,55	0,2193	0,2402	0,0209	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500352	57	X	943932,69	9036311,53	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	58	X	944963,61	9039097,29	0,1176	0,0781	-0,0395	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500352	59	X	946040,63	9041977,56	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	60	X	947566,29	9046086,3	0,283	0,2537	-0,0293	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500352	61	X	953190,98	9061238,41	0,1213	0,1576	0,0363	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500352	64	X	958535,26	9075606,71	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	65	X	962847,71	9087221,9	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	66	X	965806,98	9095192,49	0,1908	0,1674	-0,0234	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500352	67	X	966135,41	9096085,96	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	68	X	967541,86	9099882,21	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	69	X	969029,59	9103903,02	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	70	X	971128,95	9109536,58	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500352	71	X	971645,83	9110951,43	0,1662	0,1397	-0,0265	2		Zona de Cisalhamento PE
2500352	72	X	973141,14	9114979,4	0	0	0	0		Bacia Paraíba
2500352	74	X	974973,06	9119919,79	0	0	0	0		Bacia Paraíba
1030253	75	X	975537,27	9121440,35	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030253	76	X	943315,92	9031971,39	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030255	81	X	944340,44	9023925,76	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030255	82	X	944952,52	9025575,72	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030255	83	X	947182,34	9031541,15	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030255	84	X	947614,55	9032751,51	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030255	86	X	951506,8	9043197,18	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030257	88	X	941559,64	9004453,33	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030257	89	X	943159,6	9008725,69	0,281	0,3446	0,0636	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030257	91	X	946356,64	9017434,47	0,3134	0,3367	0,0233	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030257	92	X	946981,11	9019189,32	0,6471	0,6673	0,0202	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030257	93	X	949935,88	9027210,37	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030257	94	X	950465,11	9028653,39	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030257	95	X	950805,44	9029588,14	0,4468	0,4824	0,0356	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros

1030257	96	X		952126,9	9033185,07	0,1835	0,1346	-0,0489	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030257	97	X		953422,3	9036703,19	0,2102	0,2406	0,0304	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030257	98	X		954218,32	9038949,58	0,1388	0,1567	0,0179	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030257	100	X		958384,42	9050226,06	0,2052	0,1691	-0,0361	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030257	101	X		959483,03	9053225,14	0,2976	0,2653	-0,0323	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030257	102	X		960932,78	9057179,14	0,2172	0,2251	0,0079	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
480614	103	X		938977,04	8986059,78	0,3298	0,2572	-0,0726	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
480614	104	X		940721,38	899081,51	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
480614	105	X		943331,41	8997823,39	0,2144	0,17	-0,0444	4	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
480614	106	X		945716,9	9004483,26	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
480614	108	X		948574,32	9011832,93	0,6899	0,6289	-0,061	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
480614	109	X		949179,01	9013609,94	0,3758	0,3466	-0,0292	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
480614	110	X		951796,21	9020549,24	0,3117	0,3466	0,0349	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
480614	111	X		952690,39	9022866,48	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
480614	112	X		954878,02	9028963,84	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
480614	113	X		956249,36	9032792,03	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
480614	114	X		956825,37	9034315,75	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480614	115	X		957696,54	9036501,48	0,37	0,3932	0,0232	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
480614	116	X		958635,83	9038953,63	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480614	117	X		959483,59	9041390,08	0,2213	0,2068	-0,0145	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
480614	118	X		961824,72	9047829,73	0,239	0,2128	-0,0262	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
480614	119	X		963195	9051339,72	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480614	120	X		964170,26	9053940,79	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480614	122	X		967949,19	9064196,4	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480614	123	X		969337,65	9067860,3	0,3205	0,3379	0,0174	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB0000335	124	X		969823,07	9069209,64	0,1894	0,2534	0,064	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
480614	125	X		972131,98	9075522,16	0,1545	0,2041	0,0496	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
480614	126	X		975957,63	9085913,29	0,3262	0,3117	-0,0145	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
480614	127	X		977548,01	9090090,31	0,2624	0,2798	0,0174	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
480614	128	X		978059,63	9091470,14	0,1692	0,1461	-0,0231	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
480614	129	X		981369,92	9100450,03	0,2534	0,2739	0,0205	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
480614	130	X		982159,89	9102604,59	0,4572	0,5038	0,0466	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
480614	131	X		983100,45	9105152,67	0,3409	0,3292	-0,0117	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
480614	132	X		985103,19	9110632,38	0,4542	0,4398	-0,0144	1	Mioceno	Zona de Cisalhamento PE
480614	133	X		987024,21	9115811,48	0,1692	0,1518	-0,0174	2	Mioceno	Bacia Paraíba
1030259	134	X		941992,27	8982562,52	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	135	X		943482	8986648,72	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	136	X		945250,1	8991461,86	0,5405	0,5654	0,0249	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030259	137	X		948519,5	9000393,05	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	139	X		950916,6	9006929,05	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros

1030259	140	X		951470,85	9008455,31	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	142	X		954790,61	9017521,67	0,1415	0,1664	0,0249	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030259	143	X		957328,7	9024416,29	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	144	X		958117,26	9026620,38	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030259	145	X		959173,18	9029496,88	0,1334	0,1625	0,0291	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030259	146	X		960581,05	9033318,23	0,1209	0,1583	0,0374	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030259	147	X		963008,11	9039944,33	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030259	148	X		963307,42	9040762,42	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030259	149	X		964601,33	9044339,06	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030259	150	X		965315,73	9046268,21	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030259	151	X		969420,94	9057492,35	0,1209	0,1625	0,0416	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB0000335	152	X		949177,33	8999434,51	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	153	X		949968,28	9001343,1	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	154	X		951625,37	9005324,3	0,1219	0,0859	-0,036	5	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	155	X		952161,04	9006584,77	0,1745	0,1439	-0,0306	5	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	156	X		944453,2	9012134,1	0,1025	0,1274	0,0249	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	157	X		955469,4	9014599,82	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	158	X		958483,56	9021853,13	0,0888	0,0751	-0,0137	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	159	X		958798,73	9022611,15	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	160	X		959864,69	9025207,39	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB0000335	161	X		962090,97	9030573,51	0,0888	0,1496	0,0608	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB0000335	162	X		966172,54	9042653,38	0,2327	0,2133	-0,0194		Mioceno	Bacia Pernambuco
VB0000335	163	X		967611,54	9048127,97	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000335	164	X		969958,99	9057027,09	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030261	165	X		947707,45	8986402,67	0,2112	0,2293	0,0181	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030261	166	X		951342,02	8996251,71	0,1689	0,1469	-0,022	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030261	167	X		952142,1	8998400,07	0,149	0,165	0,016	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030261	168	X		952868,07	9000373,57	0,161	0,1349	-0,0261	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030261	169	X		953590,46	9002327,68	0,2152	0,2293	0,0141	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030261	170	X		955128,69	9006509,05	0,149	0,1247	-0,0243	5	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030261	172	X		959690,72	9018870,59	0,3499	0,3939	0,044	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030261	173	X		960454,02	9020937,68	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030261	174	X		963248,2	9028518,96	0,2131	0,187	-0,0261	7	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030261	175	X		966136,32	9036296,1	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030261	176	X		968002,69	9041361,6	0,155	0,139	-0,016	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030261	177	X		971802,68	9051716,21	0,1851	0,1509	-0,0342	6	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030261	178	X		972695,9	9054067,22	0,2453	0,2252	-0,0201	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500357	179	X		948520,8	8985211,13	0,0892	0,0679	-0,0213	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500357	180	X		952197,02	8995041,41	0,1212	0,1568	0,0356	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500357	181	X		953052,02	8997320,54	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros

2500357	182	X	953420,65	8998294,59	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500357	183	X	954017,68	8999907,6	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500357	184	X	955851,04	9004799,07	0,1887	0,1604	-0,0283	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500357	186	X	960444,1	9017101,8	0,2919	0,3309	0,039	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500357	188	X	966515,34	9033384,12	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500357	189	X	967477,78	9035988,42	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500357	190	X	969136,64	9040415,81	0,21	0,2277	0,0177	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500357	191	X	973784,97	9052893,46	0,5868	0,5123	-0,0745	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500357	192	X	977374,83	9062533,53	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500357	193	X	979198,56	9067438,14	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500357	194	X	983506,01	9078999,63	0,708	0,6441	-0,0639	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500357	195	X	985678,65	9084790,38	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030263	196	X	950364,7	8982004,36	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030263	197	X	954161,89	8992160,51	0,997	1,0639	0,0669	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030263	199	X	957394,06	9000826,15	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030263	200	X	958684,75	9004264,06	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030263	201	X	962524,97	9014618,3	0,5562	0,5799	0,0237	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030263	202	X	965065,9	9021385,35	0,7239	0,7477	0,0238	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030263	203	X	965837,57	9023486,63	0,9105	0,9585	0,048	7	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030263	206	X	975948,37	9050622,93	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	210	X	964494,71	8995173,37	2,0811	2,1438	0,0627	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
VB0000737	212	X	972746,34	9015328,74	3,0437	3,0777	0,034	6	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
VB0000737	213	X	974830,57	9020414,48	2,3943	2,4301	0,0358	4	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
VB0000737	214	X	976128,49	9023599,45	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB0000737	215	X	978614,68	9030382,16	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	216	X	982368	9044489,01	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	217	X	985945,73	9057873,57	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	218	X	986726,53	9060800,59	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	219	X	989021,35	9069427,68	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	220	X	990147,62	9073669,88	1,6961	1,7278	0,0317	4		Bacia Pernambuco
VB0000737	221	X	991815,64	9079953,9	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	222	X	993391,73	9085869,19	1,6882	1,72	0,0318	5		Bacia Pernambuco
VB0000737	223	X	995037,78	9092046,88	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	224	X	995190,49	9092620,03	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	225	X	998022,08	9103329,45	0,9606	0,9815	0,0209	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB0000737	226	X	998489,04	9105080,26	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB0000737	227	X	1000131,71	9111264,42	0	0	0	0		Zona de Cisalhamento PE
VB0000737	228	X	1001070,69	9114818,49	0,9813	0,9735	-0,0078	1	Mioceno	Bacia Paraiba
VB000035	230	X	995369,61	9069841,43	2,5187	2,4752	-0,0435	6	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB000035	232	X	999407,67	9084992,95	1,6518	1,7144	0,0626	5	Mioceno	Bacia Pernambuco

VB00035	233	X		1000691,89	9089824,32	1,317	1,3365	0,0195	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB00035	234	X		1002111,36	9095190,6	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00035	235	X		1004260,22	9103285,48	1,1242	1,1471	0,0229	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB00035	236	X		1004917,34	9105787,55	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00035	237	X		1006447,58	9111581,57	0	0	0	0		Zona de Cisalhamento PE
2320408	238	X		969053,25	8976253,51	2,4421	2,3936	-0,0485	4	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2320408	240	X		975086,85	8994913,34	3,3816	3,4107	0,0291	6	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2320408	241	X		979774,89	9009411,2	3,1298	3,1539	0,0241	6	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2320408	242	X		984933,35	9025434,28	2,8536	2,8776	0,024	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
2320408	244	X		990458,84	9042558	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2320408	245	X		993837,19	9053037,63	1,9912	2,0202	0,029	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
2320408	246	X		994620,95	9055445,41	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2320408	247	X		998470,16	9067383,5	2,0492	2,0247	-0,0245	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
2320408	248	X		1000751,47	9074501,49	2,0688	2,1028	0,034	6	Mioceno	Bacia Pernambuco
2320408	249	X		1002602,66	9080258,3	1,6763	1,7294	0,0531	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
480613	250	X		937594,87	8988332,3	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
480613	251	X		950324,75	8984014,11	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030293	256	X		954482,56	8987061,98	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030291	257	X		939043,97	8996612,41	0,2477	0,2137	-0,034	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030291	260	X		955669,68	8990973,32	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030291	262	X		968845,68	8986509,99	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030291	263	X		973306,18	8985004,75	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030289	264	X		943045,48	8999551,75	0,2817	0,2527	-0,029	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030289	265	X		957795,95	8994586,16	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500384	268	X		942443,82	9001750,82	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500384	269	X		962570,65	8985821,05	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500384	271	X		971721,36	8978569,34	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2320406	272	X		961057,76	8982263,76	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB00128	273	X		968863,97	8985307,51	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
VB00128	274	X		972982,73	8983551,67	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030285	276	X		943913,2	9007208,96	0,2739	0,2302	-0,0437	4	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030285	277	X		957245,76	9002725,86	0,3285	0,292	-0,0365	5	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030285	279	X		961368,96	9001332,12	1,2844	1,3063	0,0219	5	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030283	280	X		962554,34	9005599,79	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030281	281	X		947135,99	9014865,83	0,2137	0,1846	-0,0291	8	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030281	282	X		956233,81	9012018,64	0,3493	0,3298	-0,0195	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030281	283	X		959384,69	9011026,38	0,3593	0,3448	-0,0145	7	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030281	284	X		960821,38	9010565,21	0,6301	0,6737	0,0436	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030281	285	X		963839,16	9009618,28	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030281	286	X		967373,5	9008535,96	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros

1030281	287	X	975627,27	9005905,5	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030281	288	X	980025,53	9004524,93	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500383	289	X	933535,9	9019637,82	0,0635	0,1021	0,0386	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500383	290	X	937766,07	9018307,13	0,1651	0,1121	-0,053	3	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030280	291	X	959809,29	9013172,94	0,2137	0,2237	0,01	2	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030280	292	X	961180,69	9012735,73	0,3493	0,3008	-0,0485	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030280	293	X	964182,54	9011777,42	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030280	294	X	964920,99	9011552,05	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030274	299	X	951154,05	9026974,7	0,2187	0,2477	0,029	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030274	300	X	963794,43	9022962,12	0,3638	0,3348	-0,029	7	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
1030274	301	X	967026,86	9021953,04	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030274	302	X	969293,64	9021234,65	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030273	303	X	970073,29	9022435,91	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500381	304	X	959367,96	9027261,53	0,2572	0,2282	-0,029	1	Mioceno	Alto MaragogiBarreiros
2500381	305	X	967558,36	9024706,09	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
2500381	306	X	982381,5	9020063,64	0	0	0	0		Alto MaragogiBarreiros
1030271	307	X	970266,54	9026968,06	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030271	308	X	975671,33	9025314,59	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030271	309	X	983177,51	9022940,72	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030270	310	X	965829,8	9030336,12	0,3979	0,4364	0,0385	4		Bacia Pernambuco
1030270	312	X	970934,91	9028682,96	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030269	313	X	947521,97	9038407,78	0,3929	0,3593	-0,0336	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030269	314	X	971611,72	9030844,34	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500380	315	X	952369,78	9039552,22	0,1266	0,0876	-0,039	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500380	316	X	956633,48	9038215,02	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500380	317	X	959001,75	9037472,5	0,2041	0,1846	-0,0195	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500380	318	X	972342,03	9033309,81	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500380	320	X	984552,33	9029508,59	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030267	321	X	960093,43	9038495,33	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030267	322	X	963266,75	9037495,9	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030266	324	X	945511,67	9045256,64	0,0975	0,1606	0,0631	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030266	325	X	954141,65	9042470,18	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030266	326	X	964415,72	9039155,61	0,558	0,5045	-0,0535	6	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030266	328	X	967538,14	9038142,9	0,2427	0,2037	-0,039	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030266	329	X	973313,77	9036284,27	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500379	331	X	976165	9036312,95	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500379	332	X	985222,16	9033530,23	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030264	333	X	947222,35	9048624,83	0,1656	0,2091	0,0435	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030264	334	X	950884,75	9047456,06	0,1701	0,1316	-0,0385	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030264	335	X	955883,45	9045880,41	0	0	0	0		Bacia Pernambuco

1030264	337	X	969115,03	9041625,68	0,5095	0,514	0,0045	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030264	338	X	974409,36	9039931,55	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030262	339	X	948287,64	9050453,67	0,1796	0,2332	0,0536	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030262	340	X	952168,62	9049199,02	0,1556	0,117	-0,0386	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030262	341	X	955421,21	9048174,26	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030262	342	X	956687,15	9047777,23	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030262	343	X	964005,68	9045465,21	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030262	344	X	965827,55	9044878,74	0,1411	0,1701	0,029	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030262	345	X	968229,35	9044131,39	0,1266	0,1361	0,0095	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030262	347	X	974858,76	9042024,93	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030260	348	X	949029,85	9052625,92	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030260	349	X	952806,23	9051434,14	0,2091	0,1846	-0,0245	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030260	350	X	951112,45	9051964,24	0,2622	0,2817	0,0195	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030260	351	X	963467,72	9048043,01	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030260	352	X	969051,71	9046274,53	0,2187	0,2041	-0,0146	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030260	353	X	970295,77	9045890,44	0,4804	0,4393	-0,0411	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030260	354	X	975631,41	9044191,97	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030258	355	X	949035,8	9054751,5	0,4559	0,3979	-0,058	5	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030258	357	X	956993,59	9052175,16	0,1556	0,1896	0,034	5	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030258	358	X	960659,85	9050988,83	0,1556	0,1701	0,0145	5	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030258	359	X	976202,75	9045939,12	1,4494	1,4009	-0,0485	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030258	360	X	980149,59	9044679,1	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030258	361	X	984293,67	9043323,47	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030256	362	X	949179,09	9056941	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030256	363	X	953085,98	9055679,06	0,4995	0,524	0,0245	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030256	364	X	957452,18	9054290,06	0,2477	0,2087	-0,039	5	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030256	365	X	965510,98	9051693,22	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030256	366	X	970552,79	9050092,22	0,4269	0,4704	0,0435	7	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030256	367	X	971302,99	9049849,36	0,8193	0,8583	0,039	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030256	368	X	976827,27	9048078,25	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030254	369	X	953757,31	9057545,98	0,1556	0,1846	0,029	5	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030254	370	X	960112,82	9055519,61	0,2137	0,1651	-0,0486	6	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030254	371	X	966514,17	9053510,48	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030254	372	X	977118,84	9050130,34	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030252	373	X	959265,72	9057722,09	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030252	374	X	965290,02	9055834,33	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030252	375	X	967415,78	9055179,06	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030252	376	X	971589,02	9053879,45	0,2722	0,2577	-0,0145	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
1030252	377	X	977278,24	9052089,02	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
1030250	378	X	966547,32	9057928,36	0	0	0	0		Bacia Pernambuco

1030250	380	X	973075,48	9055914,45	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500374	382	X	961635,2	9062537	0,073	0,1121	0,0391	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500374	383	X	963589,2	9061883,81	0,1361	0,1651	0,029	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500374	384	X	969899,74	9059775,41	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500374	386	X	973921,24	9058434,83	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500374	387	X	977889,36	9057116,79	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500374	388	X	982193,98	9055674,01	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500374	389	X	992482,96	9052238,64	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500373	390	X	952824,95	9071034,77	0,2527	0,1992	-0,0535	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500373	391	X	964268,23	9067183,78	0,1216	0,1701	0,0485	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500373	392	X	967875,5	9065965,84	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500373	394	X	973821,11	9063961,13	0,3822	0,3348	-0,0474	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500373	395	X	983493,83	9060706,6	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500373	396	X	989726,97	9058608,02	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00148	397	X	974833,52	9067199,38	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00148	398	X	976080,7	9066855	0,4124	0,3929	-0,0195	1		Bacia Pernambuco
VB00148	399	X	979447,74	9065927,85	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00148	400	X	981620,45	9065328,34	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00148	401	X	985693,69	9064205,57	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500372	402	X	962720,68	9073328,03	0,3008	0,2672	-0,0336	5	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500371	405	X	961370,06	9078261,68	0,1751	0,1361	-0,039	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500371	406	X	963052,24	9077697,18	0,2962	0,3253	0,0291	7	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500371	407	X	967165,19	9076323,87	0,3398	0,3638	0,024	5	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500371	408	X	969534,47	9075506,21	0,1365	0,1025	-0,034	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500371	409	X	976547,84	9073157	0,2863	0,3543	0,068	5	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500371	410	X	977929,29	9072689,38	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500371	411	X	982562,73	9071125,28	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	412	X	958657,58	9087151,78	0,1365	0,1801	0,0436	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
480608	413	X	962789,19	9085746,74	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	415	X	968261,21	9083885,85	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	416	X	971428,99	9082808,58	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	418	X	980345,82	9079776,21	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	419	X	985062,51	7078172,2	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480608	420	X	989671,71	9076604,74	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500370	422	X	954727,56	9091332,72	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500370	423	X	959820,58	9089461,18	0,2137	0,1846	-0,0291	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500370	425	X	965807,36	9087304,22	0,1166	0,1361	0,0195	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500370	426	X	972309,65	9084941,01	0,1942	0,2087	0,0145	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500370	427	X	979569,89	9082330,28	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500370	428	X	981297,85	9081700,43	0	0	0	0		Bacia Pernambuco

2500370	429	X	990289,34	9078438,98	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00212	430	X	970978,03	9088512,94	0,117	0,083	-0,034	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB00212	431	X	973932,11	9087722,1	0,1361	0,1021	-0,034	5	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB00212	432	X	980964,68	9085531,14	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00212	433	X	982293,67	9085475,38	0,4754	0,5045	0,0291	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB00212	434	X	987556,17	9084075,86	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00212	435	X	990066,97	9083410,01	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00212	436	X	994489,85	9082235,18	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00154	437	X	964711,24	9094007,27	0,1992	0,1701	-0,0291	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB00154	438	X	968312,48	9093052,68	0,117	0,073	-0,044	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB00154	439	X	984415,29	9088828,95	0,1556	0,0925	-0,0631	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB00154	440	X	986178,99	9088367,61	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00154	441	X	989549,87	9087485,15	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500367	442	X	985270,91	9097014,57	0,5916	0,5625	-0,0291	6	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500367	443	X	966994,27	9096449,88	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500367	445	X	979966,2	9092160,78	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500367	447	X	985282,14	9090401,04	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500367	449	X	988192,52	9089429,86	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500367	450	X	990390,99	9088713,48	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00214	452	X	982153,42	9093557,59	0,2672	0,2912	0,024	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB00214	453	X	984098,69	9093048,02	0,2527	0,2087	-0,044	6	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB00214	454	X	987304,36	9092210,08	0,4995	0,514	0,0145	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
VB00214	455	X	991329,76	9091159,65	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00214	458	X	1004095,49	9087823,51	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00214	459	X	1004126,46	9087815,42	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500366	460	X	962718,99	9103271,45	0,1216	0,1556	0,034	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500366	461	X	965623,86	9102310,65	0,2912	0,2622	-0,029	7	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500366	462	X	969963,46	9100889,91	0,1121	0,083	-0,0291	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500366	463	X	971986,83	9100221,22	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500366	464	X	976079,62	9098882,24	0,3008	0,3298	0,029	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500366	465	X	978590,14	9098048,85	0,2282	0,2767	0,0485	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500366	466	X	986693,36	9095387,21	0,3348	0,3783	0,0435	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500366	467	X	988601,04	9094755,76	0,3398	0,3929	0,0531	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500366	468	X	991715,42	9093731,21	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500366	469	X	1002867,39	9090060,71	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00156	471	X	992209,5	9094835,33	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00156	472	X	995626,6	9093951,42	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00156	473	X	997573,47	9093455,8	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00156	474	X	1005539,19	9091401,18	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480607	475	X	988970,65	9099824,21	0	0	0	0		Bacia Pernambuco

480607	476	X	990510,45	9099275,39	0,2332	0,2041	-0,0291	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
480607	477	X	993799,7	9098199,75	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480607	478	X	968183,92	9106985,8	0,2817	0,2477	-0,034	3	Mioceno	Bacia Pernambuco
480607	479	X	972984,94	9105256,09	0,2187	0,1846	-0,0341	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
480607	480	X	978877,56	9103252,08	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500365	481	X	973309,65	9111703,11	0,2382	0,3108	0,0726	1	Mioceno	Bacia Paraiba
2500365	482	X	976262,27	9110681,9	0,1216	0,0975	-0,0241	6	Mioceno	Zona de Cisalhamento PE
2500365	483	X	981061,82	9109021,09	0,1021	0,049	-0,0531	4	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500365	484	X	982190,1	9108627,95	0,117	0,078	-0,039	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500365	485	X	985367,15	9107524,02	0,1411	0,0876	-0,0535	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500365	488	X	993031,19	9104860,27	0,4949	0,548	0,0531	2	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500365	489	X	994864,38	9104232,3	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00160	490	X	974868,2	9115555,3	0,0635	0,1071	0,0436	5	Mioceno	Bacia Paraiba
VB00160	491	X	975231,32	9115461,33	0,2232	0,2863	0,0631	5	Mioceno	Bacia Paraiba
VB00160	492	X	977160,35	9114958,29	0,1021	0,0635	-0,0386	3	Mioceno	Bacia Paraiba
VB00160	493	X	979002,56	9114478,29	0,1121	0,0685	-0,0436	4	Mioceno	Bacia Paraiba
VB00160	494	X	982940,48	9113460,58	0,1216	0,073	-0,0486	3	Mioceno	Bacia Paraiba
VB00160	495	X	986067,24	9112584,47	0	0	0	0		Bacia Paraiba
VB00160	496	X	993140,08	9110739,24	0,3833	0,3493	-0,034	1	Mioceno	Zona de Cisalhamento PE
VB00160	498	X	994896,56	9110283,06	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00160	499	X	997929,66	9109490,49	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
VB00160	500	X	1008053,04	9106846,75	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
480600	501	X	971786,62	9120063,14	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480600	503	X	984723,66	9118750,03	0,2622	0,2332	-0,029	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480600	504	X	987745,6	9118479,95	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480600	505	X	995675,4	9117735,49	0,2622	0,2137	-0,0485	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480600	506	X	997436,45	9117501,49	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480600	507	X	1002343,25	9117013,6	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500363	511	X	989269,01	9104822,52	0	0	0	0		Bacia Paraiba
2500363	512	X	989890,87	9103976,31	0,1266	0,1606	0,034	7	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500363	513	X	990684,83	9102913	0,3493	0,4028	0,0535	6	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500363	514	X	991565,6	9101734,05	0,5966	0,6691	0,0725	1	Mioceno	Bacia Pernambuco
2500363	515	X	1002544,47	9086894,51	0	0	0	0		Bacia Pernambuco
2500353	516	X	978713,46	9123621,43	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480599	517	X	967927,99	9140124,36	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480599	520	X	975791,91	9139626,88	0,3979	0,3638	-0,0341	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480599	521	X	981949,93	9139337,9	0,083	0,1216	0,0386	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480599	522	X	985858,22	9139076,53	0,1506	0,1846	0,034	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480599	523	X	988154,44	9138965,69	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480599	524	X	991705,27	9138691,04	0,0975	0,0685	-0,029	1	Mioceno	Bacia Paraiba

480599	525	X	1000439,77	9138221,45	0,1506	0,117	-0,0336	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480599	526	X	1002050,4	9138117,13	0,2527	0,1946	-0,0581	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480599	527	X	1005912,2	9137922,67	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480598	528	X	973435,71	9159481,48	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480598	529	X	975602,95	9159287,98	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480598	530	X	977871,35	9159115,21	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480598	531	X	980677,04	9159063,62	0,1846	0,1606	-0,024	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480598	532	X	983287,09	9158864,45	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480598	533	X	986137,42	9158737,29	0,117	0,1506	0,0336	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480598	534	X	994259,54	9158274,21	0,3979	0,4269	0,029	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480598	535	X	997825,22	9158071,36	0,1411	0,0975	-0,0436	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480598	538	X	1007554,51	9157474,71	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480597	539	X	970301,42	9169071,38	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480597	540	X	972574,38	9168952,86	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480597	541	X	976277,3	9168735,35	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480597	542	X	978925,65	9168574,57	0,2572	0,2187	-0,0385	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480597	543	X	982267,36	9168411,58	0,1316	0,1846	0,053	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480597	544	X	984946,13	9168275,2	0,1651	0,1361	-0,029	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480597	545	X	996635,55	9167587,49	0,2717	0,3153	0,0436	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480597	546	X	1000506,8	9167398,71	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480597	547	X	1002792,04	9167239,92	0,2332	0,2137	-0,0195	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480597	548	X	1005373,02	9167128,47	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480597	549	X	1008515,56	9166996,32	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	550	X	968780,51	9179659,76	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	551	X	971757,45	9179538,3	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	552	X	974279,1	9179435,41	0,1316	0,1846	0,053	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480596	553	X	978654,68	9179256,89	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	554	X	981167,96	9179154,34	0,2817	0,3058	0,0241	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480596	555	X	983836,55	9179045,46	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	556	X	987911,39	9178879,2	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	557	X	990536,1	9178772,03	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480596	558	X	997525,94	9178486,92	0,548	0,587	0,039	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480596	559	X	1001121,2	9178340,23	0,5385	0,485	-0,0535	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480596	560	X	1009905,1	9177981,84	1,2217	1,3138	0,0921	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480595	561	X	970424,99	9189384,86	0,1216	0,0876	-0,034	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480595	562	X	971575,6	9189326,44	0,1266	0,0685	-0,0581	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480595	563	X	976005	9189032,4	0,1606	0,1316	-0,029	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480595	564	X	978518,33	9188851,55	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480595	565	X	981078,68	9188730,62	0,1216	0,0925	-0,0291	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480595	566	X	982957	9188605,91	0,1556	0,1992	0,0436	3	Mioceno	Bacia Paraiba

480595	567	X	990158,49	9188143,84	0,4078	0,4464	0,0386	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480595	568	X	992089,05	9187997,38	0,3883	0,3448	-0,0435	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480595	569	X	997567,31	9187633,87	0,3883	0,4223	0,034	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480595	570	X	1000466,3	9187449,97	0,3833	0,4269	0,0436	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480595	571	X	1004610,63	9187182,39	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480595	572	X	1010204,16	9186837,96	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	573	X	970731,58	9205517,68	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	574	X	973696,25	9206246,91	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	575	X	977687,82	9207203,96	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	576	X	979343,62	9207628,72	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	577	X	981306,11	9208147,84	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	579	X	993496,5	9211079,94	0,2527	0,1946	-0,0581	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480593	580	X	995688,52	911579,56	0,3783	0,4174	0,0391	8	Mioceno	Bacia Paraiba
480593	581	X	1002297,04	9213238,12	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480593	582	X	1004602,38	9213723,96	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480592	583	X	969811,86	9215393,35	0,1316	0,1651	0,0335	4	Mioceno	Bacia Paraiba
480592	584	X	973165,19	9216240,54	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480592	585	X	974279,95	9216508,8	0,1992	0,2282	0,029	4	Mioceno	Bacia Paraiba
480592	586	X	976948,74	9217177,28	0,2962	0,3203	0,0241	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480592	587	X	980888,16	9218168,59	0,6982	0,7372	0,039	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480592	588	X	983384,7	9218771,24	0,3493	0,4074	0,0581	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480592	589	X	992006,52	9220847,88	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480592	590	X	994893,97	9221597,78	0,2817	0,2332	-0,0485	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480592	591	X	998088,69	9222419,63	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480591	592	X	965438,4	9223949,04	0,1846	0,2232	0,0386	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480591	593	X	968405,31	9224670,35	0,1701	0,2282	0,0581	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480591	595	X	976766,27	9226703,07	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480591	596	X	980713,52	9227662,73	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480590	597	X	964333,24	9234261,33	0,2767	0,2477	-0,029	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480590	598	X	967862,21	9235147,71	0,1846	0,2332	0,0486	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480590	599	X	970334,33	9235768,65	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480590	600	X	972939,47	9236422,99	0,2527	0,2912	0,0385	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480590	601	X	975884,58	9237162,73	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480590	602	X	977336,81	9237527,49	0,6401	0,6787	0,0386	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480590	603	X	979500,75	9238071,01	0,5385	0,5675	0,029	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480590	605	X	987711,58	9240133,36	0,9114	0,9599	0,0485	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480590	606	X	989630,16	9240615,25	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480589	607	X	958897,22	9243084,73	0,6691	0,7272	0,0581	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480589	608	X	961072,48	9243614,14	0,1846	0,1411	-0,0435	8	Mioceno	Bacia Paraiba
480589	609	X	965810,24	9244767,19	0,1456	0,1747	0,0291	3	Mioceno	Bacia Paraiba

480589	610	X	967597,54	9245202,18	0,1606	0,1846	0,024	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480589	611	X	969780,95	9245733,57	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480588	612	X	956053,9	9252932,67	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480588	613	X	957501,5	9253284,38	0,2377	0,2037	-0,034	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480588	614	X	962042	9254387,54	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480588	615	X	963671,75	9254783,51	0,6015	0,553	-0,0485	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480588	616	X	967904,22	9255811,83	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480588	617	X	970007,87	9256322,93	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480588	619	X	977459,87	9258133,46	1,1586	1,1151	-0,0435	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480588	620	X	981130,33	9259025,24	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480584	621	X	952302,18	9272267,95	0,3638	0,3253	-0,0385	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480584	623	X	958605,42	9273803,94	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480584	625	X	963082,24	9274894,86	0,1992	0,1796	-0,0196	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480583	627	X	948654,23	9291490,84	0,4219	0,4609	0,039	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480583	628	X	952448,97	9292422,93	0,1316	0,1701	0,0385	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480583	629	X	956504,94	9293419,18	0,4124	0,4414	0,029	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480583	631	X	961383,06	9294617,37	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480583	633	X	965581,11	9295648,52	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480583	634	X	969881,28	9296704,75	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480583	635	X	974672,82	9297881,67	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480582	636	X	946578,95	9311338,77	0,4174	0,4704	0,053	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480582	637	X	952973,99	9312944,68	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480582	638	X	954664,21	9313369,13	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480581	639	X	938539,32	9330095,98	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480581	642	X	953431,82	9334152,55	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480580	643	X	931963,81	9348847,54	0,2572	0,2717	0,0145	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480580	645	X	948482,09	9353252,34	0,7517	0,7467	-0,005	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480580	646	X	949929,61	9353638,34	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480579	648	X	936166,21	9370862,21	0,4269	0,3833	-0,0436	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480579	649	X	943606,76	9372847,82	0,2087	0,2137	0,005	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480578	651	X	924509,49	9388593,6	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480578	652	X	931942,37	9390514,83	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480578	653	X	939894,62	9392570,32	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480578	654	X	946971,89	9394399,64	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480577	655	X	918031,15	9407569,43	0,5916	0,6401	0,0485	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480577	656	X	928386,74	9410250,34	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480577	657	X	935069,4	9411980,38	0,4414	0,3979	-0,0435	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480577	658	X	939018,22	9413002,68	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480577	659	X	946220,94	9414867,36	0,4414	0,524	0,0826	2	Mioceno	Bacia Paraiba
2500356	660	X	989882,98	9128309,71	0	0	0	0		Bacia Paraiba

2500356	661	X		994885,7	9142956,71	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480604	662	X		988555,26	9127683,94	0,6356	0,6546	0,019	1		Bacia Paraiba
480604	663	X		989726,99	9147807,23	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480604	664	X		990560,61	9161690,75	0,3448	0,3493	0,0045	4	Mioceno	Bacia Paraiba
480604	665	X		990787,92	9166655,99	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480604	666	X		991415,07	9175336,3	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480604	667	X		991920,94	9183728,4	0,2527	0,2041	-0,0486	5	Mioceno	Bacia Paraiba
480604	668	X		992503,8	9194486,26	0,2672	0,2477	-0,0195	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480606	669	X		1000996,94	9164267,53	0,1071	0,1316	0,0245	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480606	670	X		1001248,98	9168346,41	0,3203	0,3593	0,039	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480606	671	X		1002334,7	9185442,53	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480606	672	X		1003035,72	9196785,72	0,582	0,548	-0,034	3	Mioceno	Bacia Paraiba
480606	673	X		1003352,8	9200791,65	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480603	675	X		989231,23	9213555,72	0,3929	0,3543	-0,0386	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480603	676	X		988291,86	9217119,22	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480603	678	X		984089,23	9233121,37	0,3783	0,4074	0,0291	4	Mioceno	Bacia Paraiba
480603	679	X		982482,64	9238810,54	0,6641	0,6256	-0,0385	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480603	681	X		980014,75	9247980,84	0,2672	0,3108	0,0436	7	Mioceno	Bacia Paraiba
480603	682	X		978603,58	9253925,18	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480603	683	X		975569,42	9265505,82	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480603	684	X		974277,96	9269854,68	0,8293	0,8533	0,024	1	Mioceno	Bacia Paraiba
00480586A	686	X		970006,82	9285629,3	0,9649	1,023	0,0581	1	Mioceno	Bacia Paraiba
00480586A	687	X		965176,52	9303829,03	0,8969	0,9599	0,063	3	Mioceno	Bacia Paraiba
00480586A	688	X		964552,19	9306181,41	0,5916	0,5575	-0,0341	3	Mioceno	Bacia Paraiba
00480586A	689	X		963645,79	9309596,58	0	0	0	0		Bacia Paraiba
00480586A	690	X		962858,62	9312562,49	0	0	0	0		Bacia Paraiba
00480586A	692	X		959778,38	9324168,3	1,3473	1,3959	0,0486	1	Mioceno	Bacia Paraiba
00480586A	693	X		959337,59	9325829,11	1,3378	1,3183	-0,0195	2	Mioceno	Bacia Paraiba
00480586A	694	X		958738,27	9328087,24	0	0	0	0		Bacia Paraiba
00480586A	696	X		955532,93	9340164,41	0	0	0	0		Bacia Paraiba
00480586A	697	X		953515,66	9347765,13	1,551	1,6046	0,0536	1	Mioceno	Bacia Paraiba
00480586_Scan	698	X		949755,92	9362056,71	0	0	0	0		Bacia Paraiba
00480586_Scan	702	X		940572,68	9396687,63	0	0	0	0		Bacia Paraiba
00480586_Scan	704	X		936645,7	9411496,63	0	0	0	0		Bacia Paraiba
00480586_Scan	705	X		931047,24	9432608,98	0,1751	0,2232	0,0481	2	Mioceno	Bacia Paraiba
00480586_Scan	706	X		930371,46	9435157,44	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480602	707	X		980867,72	9165485,63	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480602	708	X		981769,42	9182372,72	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480602	709	X		982321,74	9192269,65	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480601	710	X		982441,04	9198296,17	0	0	0	0		Bacia Paraiba

480601	711	X	981160,77	9203424,94	0,5625	0,5916	0,0291	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480601	713	X	977882,09	9216470,05	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480601	715	X	974151,77	9231114,46	0,4754	0,4364	-0,039	1	Mioceno	Bacia Paraiba
480601	716	X	972357,45	9237860,01	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480601	717	X	971239,87	9242553,04	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480601	718	X	968858,34	9251574,62	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480605	719	X	1003100,48	9203373,42	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480605	720	X	1002663,95	9205053,54	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480605	721	X	999814,71	9215823,83	1,6817	1,7062	0,0245	2		Bacia Paraiba
480605	722	X	997153,53	9226306,17	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480605	723	X	994835,27	9235115,18	1,5025	1,5656	0,0631	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480605	724	X	993564,56	9240214,71	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480605	725	X	991872,07	9246496,09	1,4639	1,4834	0,0195	2	Mioceno	Bacia Paraiba
480605	726	X	989215,53	9256574,78	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480587	727	X	954629,53	9401713,39	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480587	728	X	952601,48	9409184,98	0	0	0	0		Bacia Paraiba
480587	729	X	949882,59	9419201,76	0	0	0	0		Bacia Paraiba

ANEXO D – VALORES DE REJEITO DE PLANOS DE FALHA QUE CORTAM O REFLETOR DO CRETÁCEO. OS DADOS DE REJEITO FORAM OBTIDOS A PARTIR DAS LINHAS SÍSMICAS LEPLAC LEVANTADAS SOBRE A REGIÃO DE CROSTA OCEÂNICA.

Linha	ID	x	y	RejeitoI	RejeitoF	RejeitoT	NPF	Refletor
0500L0169A	1	1059793,29	9443936,45	7,5107	7,5542	-0,0435	1	Cretaceo
0500L0169A	2	1062024,54	9441227,33	7,4866	7,5206	-0,034	1	Cretaceo
0500L0169A	3	1065011,4	9436942,27	7,5302	7,4916	0,0386	1	Cretaceo
0500L0169A	4	1067247,19	9433557,74	7,7289	7,7579	-0,029	3	Cretaceo
0500L0169A	5	1067272,68	9433515,55	7,7239	7,6803	0,0436	2	Cretaceo
0500L0169A	6	1084137,38	9408108,04	7,2784	7,341	-0,0626	1	Cretaceo
0500L0169A	7	1085704,71	9405710,1	7,4426	7,4671	-0,0245	1	Cretaceo
0500L0169A	8	1102744,35	9379708,53	6,9676	6,905	0,0626	2	Cretaceo
0500L0169A	9	1103135,55	9378903,22	6,852	6,9	-0,048	1	Cretaceo
0500L0169A	10	1107677,63	9372081,03	7,0602	7,0212	0,039	1	Cretaceo
0500L0169A	11	1118664,71	9355333,61	7,1718	7,4381	-0,2663	1	Cretaceo
0500L0169A	12	1121289,88	9351292,18	7,3315	7,3655	-0,034	1	Cretaceo
0500L0169A	13	1131141,42	9336544,96	7,2734	7,3219	-0,0485	1	Cretaceo
0500L0169A	14	1143547,84	9317877,71	7,5156	7,5932	-0,0776	2	Cretaceo
0500L0169A	15	1144678,22	9316112,66	7,7674	7,8064	-0,039	1	Cretaceo
0500L0170	16	1163280,84	9277039,1	7,6513	7,6994	-0,0481	1	Cretaceo
0500L0170	17	1163422,24	9275320,34	7,4186	7,4816	-0,063	1	Cretaceo
0500L0170	18	1163672,15	9268316,84	7,2734	7,2203	0,0531	1	Cretaceo
0500L0170	22	1164424,45	9253396,4	6,9386	6,866	0,0726	1	Cretaceo
0500L0170	23	1164371,49	9252467,7	7,1813	7,1133	0,068	2	Cretaceo
0500L0170	24	1165881,79	9217771,4	7,6272	7,6563	-0,0291	1	Cretaceo
0500L0170	25	1167316,61	9182880,303	7,6513	7,7143	-0,063	1	Cretaceo
0500L0170	27	1168819,73	9141907,25	7,9276	7,9661	-0,0385	1	Cretaceo
0500L0170	28	1169065,6	9138300,57	7,2784	7,2344	0,044	1	Cretaceo
0500L0170	38	1170867,62	9093261,92	7,409	7,3655	0,0435	1	Cretaceo
0500L0170	40	1171077	9089400,33	7,5011	7,409	0,0921	1	Cretaceo
0500L0170	46	1172026,71	9064773,09	7,8305	7,7915	0,039	1	Cretaceo
0500L0170	47	1174376,42	9004728,21	7,84	7,8981	-0,0581	1	Cretaceo
0500L0170	50	1175775,13	8967904,89	7,4671	7,5206	-0,0535	1	Cretaceo
0500L0170	51	1175914,31	8963635,18	7,6753	7,6463	0,029	1	Cretaceo
0500L0170	52	1176027,81	8961894,25	8,0292	8,0047	0,0245	1	Cretaceo
0500L0170	53	1176105,74	8959466,54	7,9661	8,0192	-0,0531	1	Cretaceo
0500L0171	56	1149179,97	8911677,92	7,5447	7,5061	0,0386	2	Cretaceo
0500L0163A	57	1105716,32	9004319,48	7,1328	7,0697	0,0631	2	Cretaceo
0500L0163A	58	1126168,55	9003311,12	7,1618	7,1908	-0,029	1	Cretaceo
0500L0163A	59	1130666,16	9003211,44	7,0697	7,1328	-0,0631	1	Cretaceo
0500L0163A	64	1234752,16	8998348,38	7,4576	7,4961	-0,0385	1	Cretaceo
0500L0163A	65	1250317,76	8997600,31	7,8014	7,7529	0,0485	1	Cretaceo
0500L0163A	67	1317683,41	8994467,66	7,6272	7,5982	0,029	1	Cretaceo

0500L0164A	68	1320769,91	8994363,01	7,5256	7,4771	0,0485	1	Cretaceo
0500L0164A	69	1065921,21	9173094,35	7,5252	7,4862	0,039	1	Cretaceo
0500L0164A	70	1078688,7	9174117,82	7,0987	7,0311	0,0676	1	Cretaceo
0500L0164A	71	1081970,69	9174360,1	7,404	7,4381	-0,0341	1	Cretaceo
0500L0164A	72	1083237,22	9174529,41	7,409	7,365	0,044	2	Cretaceo
0500L0164A	73	1086712,76	9174782,43	7,3605	7,2489	0,1116	1	Cretaceo
0500L0164A	74	1089939,03	9175008,8	7,3845	7,3555	0,029	1	Cretaceo
0500L0164A	75	1122087,01	9177593,29	6,842	6,6238	0,2182	1	Cretaceo
0500L0164A	79	1144798,09	9179399,93	6,6238	6,3089	0,3149	1	Cretaceo
0500L0164A	80	1179783,13	9182191,07	7,3414	7,2494	0,092	1	Cretaceo
0500L0164A	81	1219392,99	9185426,36	7,2589	7,312	-0,0531	1	Cretaceo
0500L0164A	82	1235172,42	9186614,11	7,0507	7,1087	-0,058	1	Cretaceo
0500L0164A	87	1266457,94	9189164,81	7,6463	7,6223	0,024	1	Cretaceo
0500L0164A	96	1310433,96	9192653,48	7,5202	7,5737	-0,0535	1	Cretaceo
0500L0164A	99	1314760,97	9193049,1	8,5087	8,4021	0,1066	1	Cretaceo
0500L0164A	100	1334232,09	9194611,9	8,0001	7,9566	0,0435	1	Cretaceo
0500L0164A	101	1339374,18	9194976,18	8,1018	8,0097	0,0921	1	Cretaceo
0500L0164A	102	1341841,96	9195222,47	8,2179	8,1258	0,0921	1	Cretaceo

**ANEXO E – VALORES DE REJEITO (MS TWT) DE PLANOS DE FALHA QUE
CORTAM O REFLETOR DO MIOCENO. OS DADOS DE REJEITO FORAM
OBTIDOS A PARTIR DAS LINHAS SÍSMICAS LEPLAC LEVANTADAS SOBRE A
REGIÃO DE CROSTA OCEÂNICA.**

Linha	ID	x	y	RejeitoI	RejeitoF	RejeitoT	NPF	Refletor
0500L0170	19	1164095,78	9257631,48	6,6337	6,5852	0,0485	2	Mioceno
0500L0170	20	1164286,79	9256333,98	6,6047	6,5802	0,0245	1	Mioceno
0500L0170	21	1164349,17	9253975,13	6,9295	6,8905	0,039	2	Mioceno
0500L0170	26	1167960,5	9165016,5	7,6272	7,6027	0,0245	1	Mioceno
0500L0170	29	1169660,61	9125593,72	6,9726	7,0262	-0,0536	2	Mioceno
0500L0170	30	1169686,1	9123494,63	6,9876	6,9586	0,029	1	Mioceno
0500L0170	31	1169799,19	9121717,78	6,6142	6,6628	-0,0486	5	Mioceno
0500L0170	32	1169921,28	9118587,68	6,4981	6,5657	-0,0676	1	Mioceno
0500L0170	33	1169964,06	9117006,89	6,2944	6,2363	0,0581	1	Mioceno
0500L0170	34	1170631,38	9100814,11	6,9241	6,9826	-0,0585	5	Mioceno
0500L0170	35	1170614,42	9099136,4	7,1182	7,0262	0,092	1	Mioceno
0500L0170	36	1170649,29	9098631,59	7,3365	7,2974	0,0391	1	Mioceno
0500L0170	37	1170856,65	9096465,17	7,375	7,2929	0,0821	1	Mioceno
0500L0170	39	1170966,93	9090839,73	7,0942	7,0797	0,0145	1	Mioceno
0500L0170	41	1171243	9085308,37	7,0021	6,9681	0,034	1	Mioceno
0500L0170	42	1171321,1	9083987,47	7,0116	6,9681	0,0435	2	Mioceno
0500L0170	43	1171408,97	9080483,44	6,9241	6,8905	0,0336	2	Mioceno
0500L0170	44	1171522,99	9078289,16	6,8079	6,7694	0,0385	1	Mioceno
0500L0170	45	1171768,86	9072518,26	6,8079	6,8275	-0,0196	1	Mioceno
0500L0170	48	1175485,62	8972358,59	6,876	6,9195	-0,0435	1	Mioceno
0500L0170	49	1175770,27	8969048,14	7,0162	7,0017	0,0145	1	Mioceno
0500L0171	54	1168639,84	8929939,18	6,9876	6,9341	0,0535	4	Mioceno
0500L0171	55	1151994,37	8914273,68	7,0652	7,0166	0,0486	5	Mioceno
0500L0163A	60	1135735,8	9002898,67	6,5317	6,6047	-0,073	1	Mioceno
0500L0163A	61	116025,07	9001832,42	6,8805	6,837	0,0435	1	Mioceno
0500L0163A	62	1228575,23	8998634,91	6,6142	6,5562	0,058	3	Mioceno
0500L0163A	63	1229756,75	8998529,34	6,8179	6,7599	0,058	1	Mioceno
0500L0163A	66	1311592,63	8994813,59	7,0987	7,1328	-0,0341	1	Mioceno
0500L0164A	76	1134585,36	9178674,03	5,7809	5,883	-0,1021	4	Mioceno
0500L0164A	77	1140491,24	9179284,32	6,0376	5,9796	0,058	1	Mioceno
0500L0164A	78	1141623,58	9179114,62	5,6693	5,7373	-0,068	1	Mioceno
0500L0164A	83	1242102,78	9187006,71	7,2589	7,2103	0,0486	1	Mioceno
0500L0164A	84	1246347,37	9187508,69	7,2199	7,2584	-0,0385	1	Mioceno
0500L0164A	85	1259575,25	9188623,86	7,2199	7,2539	-0,034	1	Mioceno
0500L0164A	86	1260987,15	9188719,14	7,2444	7,2249	0,0195	1	Mioceno
0500L0164A	88	1283944,86	9190488,32	7,4186	7,3845	0,0341	1	Mioceno
0500L0164A	89	1286222,45	9190711,17	7,845	7,8064	0,0386	1	Mioceno
0500L0164A	90	1287810,51	9190860,28	7,2979	7,346	-0,0481	1	Mioceno
0500L0164A	91	1293891,24	9191330,09	7,7915	7,7624	0,0291	1	Mioceno

0500L0164A	92	1296555,53	9191576,83	7,4481	7,4771	-0,029	1	Mioceno
0500L0164A	93	1302339,46	9192024,5	7,8545	7,816	0,0385	1	Mioceno
0500L0164A	94	1306883,44	9192371,34	8,383	8,4606	-0,0776	1	Mioceno
0500L0164A	95	1308335,15	9192472	7,7529	7,7965	-0,0436	1	Mioceno
0500L0164A	97	1312940,93	9192860,36	7,5206	7,4671	0,0535	1	Mioceno
0500L0164A	98	1314288,18	9192983,46	7,3895	7,3655	0,024	1	Mioceno