

# Análise estratigráfica e estrutural da Bacia do Rio do Peixe, Nordeste do Brasil: integração a partir do levantamento sísmico pioneiro 0295\_RIO\_DO\_PEIXE\_2D

*Stratigraphic and structural analysis of the Rio do Peixe Basin, Northeastern Brazil: integration based on the pioneer seismic survey 0295\_RIO\_DO\_PEIXE\_2D*

**Valéria Centurión Córdoba<sup>1</sup>, Alex Francisco Antunes<sup>2</sup>, Emanuel Ferraz Jardim de Sá<sup>3</sup>,  
Ajosenildo Nunes da Silva<sup>4</sup>, Debora do Carmo Sousa<sup>5</sup>, Fernando Antônio Pessoa Lira Lins<sup>6</sup>**

## resumo

As Bacias Interiores do Nordeste correspondem a um conjunto de remanescentes de bacias situadas ao sul da Bacia Potiguar, encaixadas no embasamento cristalino pré-cambriano da Província Borborema. Essas bacias foram originadas durante o rifteamento eocretáceo que moldou a atual margem continental do Nordeste brasileiro. Além do interesse exploratório, as Bacias Interiores constituem análogos de terreno para melhor compreensão das bacias da margem continental, sendo este um dos objetivos do Projeto Bacias Interiores. Através do convênio firmado entre a Petrobras, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e o Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica da UFRN, foi possível fazer o levantamento sísmico na Bacia do Rio do Peixe, objeto deste trabalho. Somadas aos dados de campo e gravimétricos, as seções sísmicas possibilitaram uma visão aprimorada da arquitetura tridimensional da Bacia do Rio do Peixe.

Nesta bacia, a combinação do nível de erosão atual com a geometria das falhas principais evidencia a existência de diferentes semi-grábens (Pombal, Sousa, Brejo das Freiras), cujo preenchimento sedimentar (excluídos depósitos cenozóicos) constitui o Grupo Rio do Peixe, englobando as formações Antenor Navarro (leques aluviais/fluviol entrelaçado), Sousa (lacustre raso/planicie de inundação) e Rio Piranhas (leques aluviais/fluviol entrelaçado). A integração dos dados estruturais permite caracterizar uma cinemática de distensão NW para o evento rifte, responsável pela nucleação de falhas controladas pela estruturação do embasamento, em particular a localização e o mergulho da foliação nas zonas de cisalhamento brasileiras. Com base no estilo estrutural e feições petrográfico-diagenéticas, podem ser inferidas dimensões originais mais amplas para a Bacia do Rio do Peixe e homólogas na região, as quais foram reduzidas (com exposição dos altos do cristalino) pela expressiva erosão que ocorreu em idade *tardi* a pós-rifte e em etapas subseqüentes.

**Palavras-chave:** Bacia do Rio do Peixe | rifte neocomiano | semi-gráben

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Departamento de Geologia. Laboratório de Geologia e Geofísica de Petróleo. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica e PRH-22/UFRN. vcordoba@ufrnet.br.  
<sup>2, 3, 4, 5, 6</sup> UFRN. CCET. Departamento de Geologia. LGGP. PPGG e PRH-22/UFRN. alex@geologia.ufrn.br; emanuel@ccet.ufrn.br; ajosenildo@geopetro.ufrn.br; debora@geologia.ufrn.br; flins@geologia.ufrn.br.

## abstract

*The Northeast Brazil Interior Basins are the erosional remnants of a series of basins located south of the Potiguar Basin, overlying the crystalline basement of Precambrian Borborema Province. These basins were originated during the Early Cretaceous rifting that shaped the present continental margin of northeastern Brazil. Besides their exploration potential, the Interior Basins represent terrain analogues for better understanding of the continental margin basins, one of the objectives of the Interior Basins Project (agreement Petrobras / UFRN / PPGG), which supported the seismic survey in the Rio do Peixe Basin, subject of this paper. Combined with gravity and field data, the seismic sections allowed an improved view of the three-dimensional architecture of the Rio do Peixe Basin. In this basin, the combination of the current erosion level with the geometry of the main faults highlights the existence of different half-grabens (Pombal, Sousa, Brejo das Freiras), whose sedimentary filling (apart from cenozoic deposits) defines the Rio do Peixe Group, comprising the Antenor Navarro (alluvial fans / braided channels), Sousa (shallow lacustrine / floodplain) and Rio Piranhas (alluvial fans / braided channels). Structural data integration allows characterization of a NW-extension kinematics for the rifting event, responsible for fault nucleation controlled by basement structures, particularly the location and foliation dip of the Late Neoproterozoic, Brasiliano shear zones. Based on the structural style and petrographic-diagenetic features, one can infer larger original dimensions for this basin and similar counterparts in the region, which were reduced (with exposure of the crystalline highs) by the significant erosion that occurred in late to post-rift and subsequent evolutionary stages.*

*(Expanded abstract available at the end of the paper).*

**Keywords:** Rio do Peixe Basin / neocomian rift / semi-graben

## introdução

As Bacias Interiores do Nordeste correspondem a um conjunto de remanescentes de bacias eocretáceas sobrepostas ao embasamento pré-

cambriano da Província Borborema ou a coberturas sedimentares mais antigas. Estas bacias estão associadas ao evento de rifteamento que moldou a atual margem continental do Nordeste brasileiro, situando-se ao sul da Bacia Potiguar e ao norte das bacias de Tucano-Jatobá. O embasamento é recortado por zonas de cisalhamento estruturadas durante o Ciclo Brasiliano; segmentos das mesmas foram reativados em eventos fanerozóicos.

A Bacia do Rio do Peixe (BRP), situada imediatamente ao norte do Lineamento (zona de cisalhamento) Patos, é constituída por rochas sedimentares neocomianas, sendo objeto atual de interesse face à ocorrência local de óleo próximo à superfície, a NW de Sousa (PB). A BRP ocupa uma área fronteira entre os estados da Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte (fig. 1). Depósitos de idade pré ou pós-rifte ocorrem em outras bacias ao sul do Lineamento Patos, com destaque para a Bacia do Araripe. A evolução e os modelos tectônicos desta região, durante o Cretáceo, foram abordados por vários autores (Françolin e Szatmari, 1987; Szatmari *et al.* 1987; Sénant e Popoff, 1991; Matos, 1992, 1999; Françolin, 1992; Françolin *et al.* 1994; Ponte e Ponte Filho, 1996; Valença *et al.* 2003; Arai, 2006).

As Bacias Interiores fazem parte do denominado *Trend* Cariri-Potiguar, tendo sido objeto de mapeamento e atividade exploratória (campanha sísmica no Araripe e algumas sondagens) por parte do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) e empresas consorciadas com a Petrobras, entre o final da década de 60 até os anos 80 (Braun, 1969; Ghignone *et al.* 1986; Ponte e Ponte Filho, 1996). Além do interesse exploratório, tais bacias constituem análogos de terreno para melhor compreensão das bacias da margem continental, sendo este um dos objetivos do Projeto Bacias Interiores (convênio Petrobras/UFRN/PPGG), que resultou no levantamento sísmico na Bacia do Rio do Peixe, objeto deste trabalho (vide nota preliminar em Antunes *et al.* 2007).

Uma significativa parcela dos trabalhos sobre as Bacias Interiores versa sobre sua lito e bioestratigrafia, em especial no Araripe e Rio do Peixe (Ghignone *et al.* 1986; Brito, 1987; Arai *et al.* 1989; Mabeoone, 1994; Valença *et al.* 2003; Arai, 2006; Silva *et al.* 2008). As camadas amostradas contêm associações paleontológicas (ostracodes e palinóforos) dos andares Rio da Serra e Aratu, com um importante evento erosivo inferido pela ausência dos



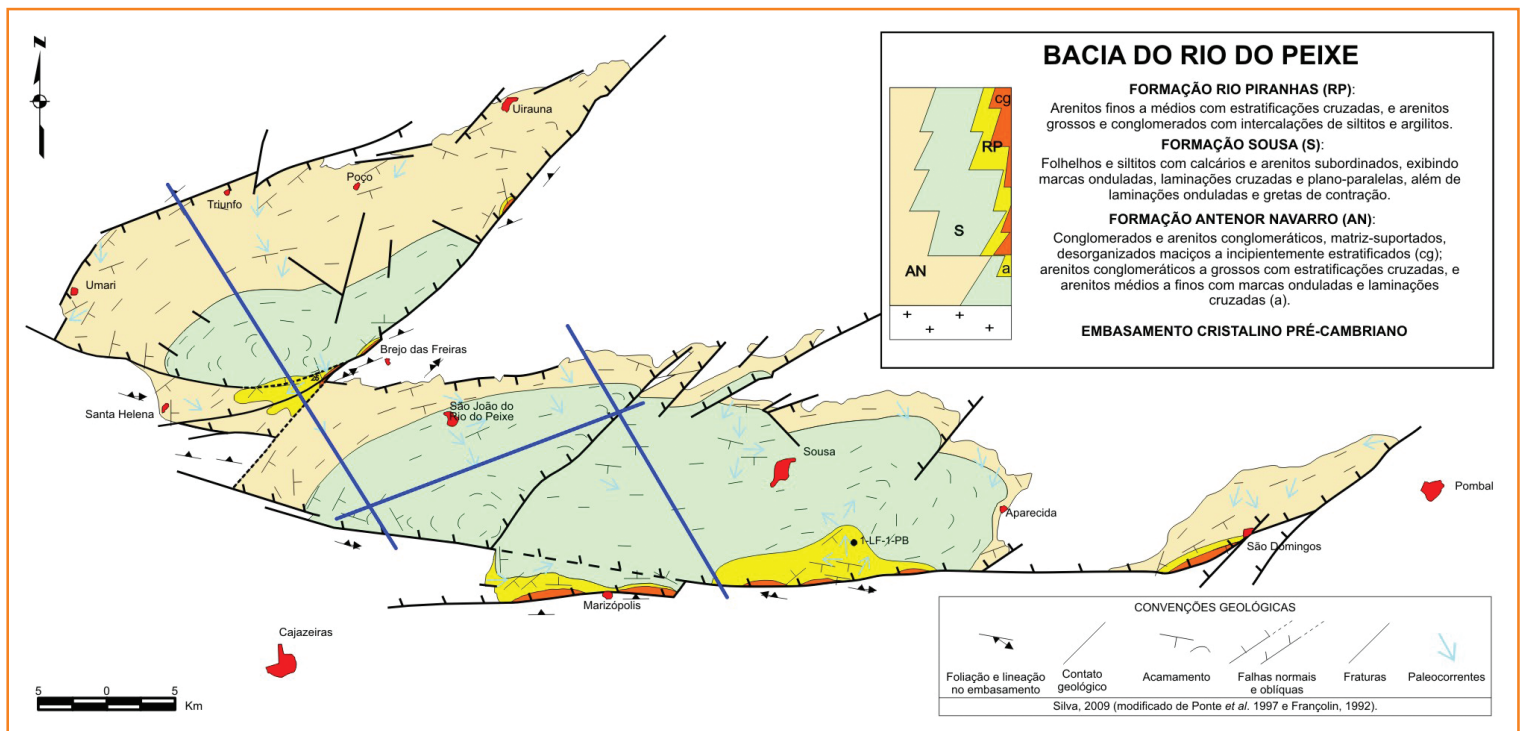


Figura 1 – Mapa geológico simplificado e localização da Bacia do Rio do Peixe. De oeste para leste são ilustrados os semi-grábens de Brejo das Freiras, Sousa e Pombal, com suas margens flexurais, bordas falhadas, degraus e rampas de revezamento/direcionais. Notar a localização das linhas sísmicas relacionadas do levantamento 0295\_RIO\_DO\_PEIXE\_2D (em azul) adquirido pelo Projeto Bacias Interiores. Geologia modificada a partir de Sénant e Popoff (1991) e Françolin (1992).

Figure 1 – Simplified geological map and location of the Rio do Peixe Basin. From west to east, the half-grabens of Brejo das Freiras, Sousa and Pombal are illustrated, along with their flexural margins, fault borders and steps, and relay/directional ramps. Note the location of seismic lines related to the 0295\_RIO\_DO\_PEIXE\_2D survey (in blue) acquired by the Bacias Interiores Project. Geology modified after, Sénant and Popoff (1991) and Françolin (1992).

andares Buracica e Jiquiá, no topo da seção. A correlação bio/cronoestratigráfica entre estas bacias e aquelas da margem continental (em especial, a Bacia Potiguar) constitui um dos principais argumentos para a interpretação do contexto sinrifte das suas unidades estratigráficas.

Embora o conhecimento ainda seja reduzido no tocante à arquitetura e à evolução tectônica das Bacias Interiores, dados estruturais modernos (Sénant e Popoff, 1991; Françolin, 1992; Françolin et al. 1994) e levantamentos gravimétricos, magnetométricos e radiométricos (sintetizados e reinterpretados por Castro et al. 2007) estão disponíveis para a BRP, em adição aos resultados preliminares do Projeto Petrobras/UFRN/PPGG. São levantadas duas hipóteses para explicar a evolução dos riftes no contexto regional. A primeira delas sugere um modelo de distensão NW que tenha ocorrido durante o Neocomiano-Barremiano (Matos, 1992, 1999; Sénant e Popoff, 1991). A segunda hipótese confere maior ênfase à reativação transcorrente dos lineamentos E-W (exibindo um componente sinistral de movimento) e NE (estes com com-

ponente dextral; Françolin et al. 1994), da mesma forma envolvendo uma direção de distensão NW.

Com base na análise das seções sísmicas e de outros dados disponíveis, este trabalho aborda a geometria da Bacia Rio do Peixe e apresenta uma reavaliação de sua estratigrafia e seu contexto deposicional, contribuindo com novos argumentos para os questionamentos aqui expostos.

## o levantamento sísmico na Bacia do Rio do Peixe

Como um dos principais produtos do Projeto Bacias Interiores, destaca-se a aquisição inédita de um levantamento sísmico na Bacia do Rio do Peixe, fruto de uma parceria firmada entre a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, através do Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica

(UFRN/PPGG), e as empresas Petrobras e Brain Technologies. Ao todo, foram adquiridas três linhas 2D de alta qualidade (duas linhas de direção NW-SE, paralelas à direção de máxima distensão da BRP e uma linha de direção NE-SW, transversal e interligando as anteriores (fig. 1), totalizando cerca de 80km de levantamento. Tal levantamento (0295\_RIO\_DO\_PEIXE\_2D, de propriedade da UFRN), concluído no início de 2007, marcou o pioneirismo da UFRN como a primeira universidade brasileira a se constituir em uma empresa de aquisição de dados (EAD), no âmbito da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). O processamento dos dados sísmicos foi realizado no escritório da Petrobras UN-RNCE, localizado em Natal (RN) e a interpretação dos dados vem sendo realizada por meio do pacote de aplicativos *Geographix*, da LandMark Graphics Corporation.

O levantamento sísmico foi planejado segundo o modelo estrutural que vem sendo construído para a BRP tendo por base trabalhos precedentes (especialmente, Françaolin, 1992 e Françaolin *et al.* 1994) e em andamento (Projeto Bacias Interiores) bem como na aquisição e interpretação de dados gravimétricos pelo referido projeto, incluindo um mapa de espessura sedimentar, conhecido também

como mapa de profundidade do embasamento, construído com aplicação de técnica de inversão calibrada com a profundidade do embasamento no poço LF-1-PB (Lagoa do Forno). Esse mapa vem sendo utilizado como dado auxiliar na interpretação dos dados sísmicos (fig. 2).

## estrutura: dados de superfície e subsuperfície

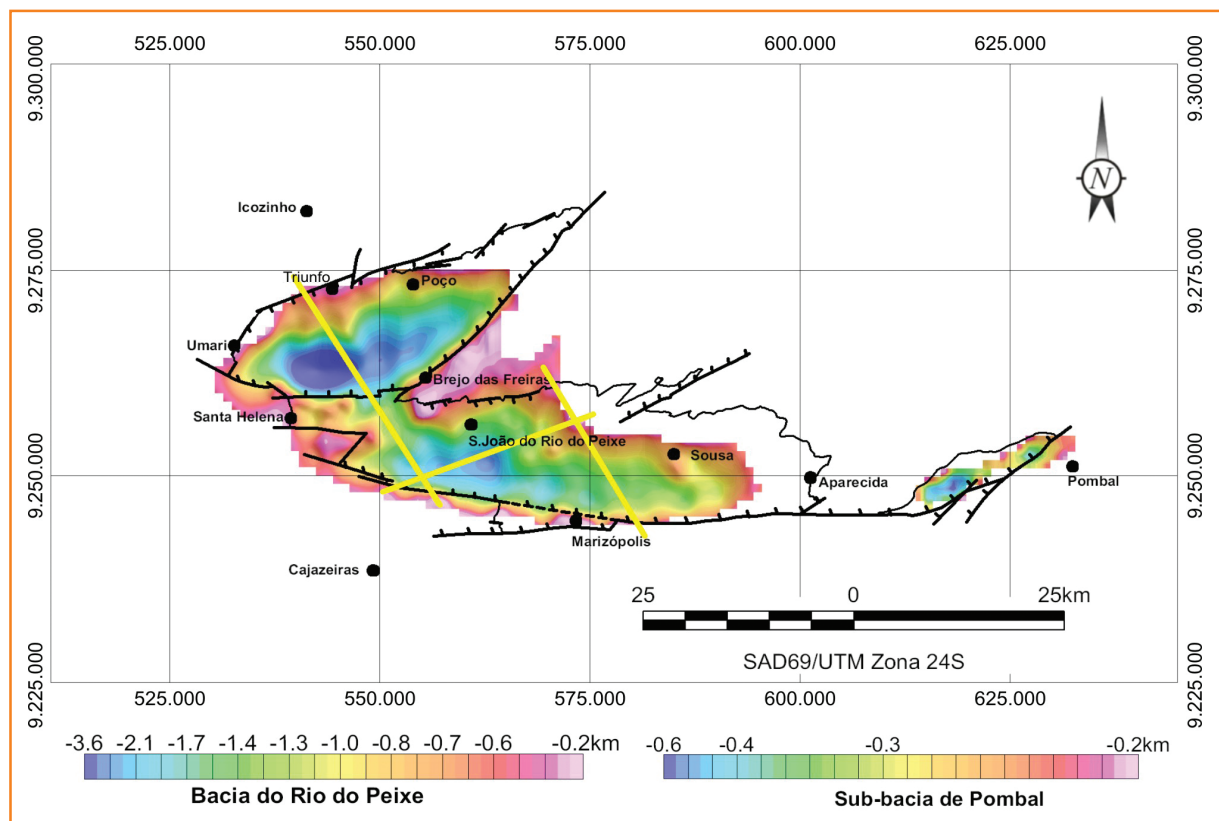
Na BRP, a combinação do nível de erosão atual com a geometria das falhas principais e os mergulhos das camadas evidencia a existência de diferentes semi-grábens – Pombal, Sousa e Brejo das Freiras, de leste para oeste, podendo eventualmente incluir Icozinho, já no Ceará (fig.1) – e respectivas margens flexurais, bordas falhadas, altos intermediários e rampas de revezamento (Sénant e Popoff, 1991; Matos, 1992; Françaolin *et al.* 1994; Castro *et al.* 2007; Carvalho Costa *et al.* 2007; Antunes *et al.* 2007). Os dados geofísicos e estruturais indicam que a espessura da coluna sedimentar pode atingir pouco mais de 2km

Figura 2

Inversão dos dados gravimétricos na Bacia do Rio do Peixe (levantamento do Projeto Bacias Interiores; Petrobras/UFRN/PPGG), com estimativa da profundidade do topo do embasamento. Observar a localização das linhas sísmicas (em amarelo) em relação à estrutura dos depocentros.

Figure 2

Inversion of gravity data from the Rio do Peixe Basin (survey of the Bacias Interiores Project; Petrobras/UFRN/PPGG), with estimation of the depth to the top of the basement. Observe the location of seismic lines (in yellow) in relation to the structure of depocenters.



na porção mais profunda dos depocentros, ou mesmo algo entre 2,5 e 3km, no caso da Sub-bacia de Brejo das Freiras (fig. 2). Na porção leste, relativamente mais rasa, da Sub-bacia de Sousa, o poço LF-1-PB perfurou cerca de 1.000m de rochas sedimentares, antes de atingir o embasamento cristalino.

Segmentos de zonas de cisalhamento brasileiras, com *trends* E-W (Lineamento Patos) ou NE-SW (zona de cisalhamento de Portalegre), sofreram reativação frágil durante o Eocretáceo (Neocomiano), controlando a geometria da BRP e a cinemática de abertura dos semi-grábens (fig. 1). Nas rochas do embasamento, as falhas desenvolvem estruturas cataclásticas (figs. 3a e 3b). No pacote sedimentar, podem ser observadas estruturas sindeposicionais e, em especial, falhas cujo regime de deformação varia de hidroplástico – quando o falhamento afetou depósitos com litificação ainda parcial, situação comumente expressa como enxames de bandas de deformação (figs. 3c a 3f) – a cataclástico, quando os sedimentos já se encontravam litificados e sofreram brechação. (fig. 3d). É comum que os dois regimes convivam numa mesma ou em segmentos de falhas adjacentes. Outra feição característica é a justaposição de cunhas conglomeráticas (por vezes com dimensões reduzidas – faixa aflorante com largura decamétrica ou menor) com o embasamento cataclástico e sua interdigitação com as rochas pelíticas da Formação Sousa ou com os arenitos da Formação Antenor Navarro, arranjo típico dos leques aluviais sintectônicos (Jardim de Sá *et al.* 2007).

A combinação de *slickenlines* e critérios cinemáticos (fig. 3) permitiu estabelecer os deslocamentos ao longo das falhas, normal nas estruturas NE, a exemplo da Falha de Brejo das Freiras (a qual define a borda falhada do semi-gráben homônimo), e oblíquo, normal-sinistral, na Falha de São Gonçalo, com direção E-W (fig. 1); esta falha caracteriza a margem falhada de um semi-gráben transtraccional, no caso da Sub-bacia de Sousa. Nesta última, são proeminentes os lineamentos NE, escalonados em relação à citada falha (figs. 1 e 2). Em cada semi-gráben, as camadas encontram-se basculadas em direção às bordas falhadas, em cujas proximidades podem ocorrer os conglomerados sintectônicos (fácies de leques aluviais); ao mesmo tempo, são comuns efeitos de arrasto nas falhas, originando sinclinais com charneiras longitudinais às falhas, afetando as rochas sedimentares. Por outro lado, as variações nos rejeitos, ao longo das falhas principais, originam dobras com charneiras transversais, de modo que as

macroestruturas resultantes são comumente acilíndricas, em forma de bacias (fig. 1). Rampas direcionais ou de revezamento e estruturas em degraus, são também características ao longo dessas margens falhadas.

## interpretação sismoestrutural

As seções sísmicas 2D, obtidas pelo Projeto Bacias Interiores com apoio da Brain Technologies, somadas aos dados de campo e gravimétricos, possibilitaram uma visão aprimorada da arquitetura tridimensional da Bacia do Rio do Peixe (fig. 4). Nos semi-grábens de Brejo das Freiras e de Sousa (bem como em Pombal), o embasamento e as camadas sobrepostas apresentam-se basculados para SE ou sul, respectivamente, como resultado da instalação de falhamentos normais ou oblíquos (fig. 1). Nas terminações em rampa direcional, as camadas e o embasamento mergulham para a porção central dos depocentros (fig. 1).

O Semi-gráben de Brejo das Freiras, alongado na direção NE-SW, é controlado por uma falha normal de mesma direção (Falha de Brejo das Freiras), posicionada em sua borda sudeste, a qual apresenta perfil lítrico e mergulho para NW (figs. 1 e 4a). A borda NW deste semi-gráben é caracterizada pela justaposição das unidades sedimentares, em não-conformidade, sobre o embasamento. Tais unidades são subordinadamente interceptadas por falhas normais com pequeno rejeito, sintéticas e antitéticas, também presentes no interior do gráben. É nítido o espessamento da coluna sedimentar em direção à Falha de Brejo das Freiras, tipificando o caráter sintectônico dos depósitos que preenchem o semi-gráben (fig. 4a). Esta falha apresenta uma estrutura em degraus que, combinada com efeitos de arrasto normal, origina dobras na seqüência sedimentar.

O Semi-gráben de Sousa tem seu eixo maior orientado na direção E-W; seu limite sul é definido pela Falha de São Gonçalo. Esta falha tem direção E-W, apresenta mergulho para norte e rejeito oblíquo normal-sinistral – incluindo variações a partir desses comportamentos, em diferentes segmentos da falha (figs. 1 e 4b). As camadas da seção rifte no Semi-gráben de Sousa apresentam sutil espessamento

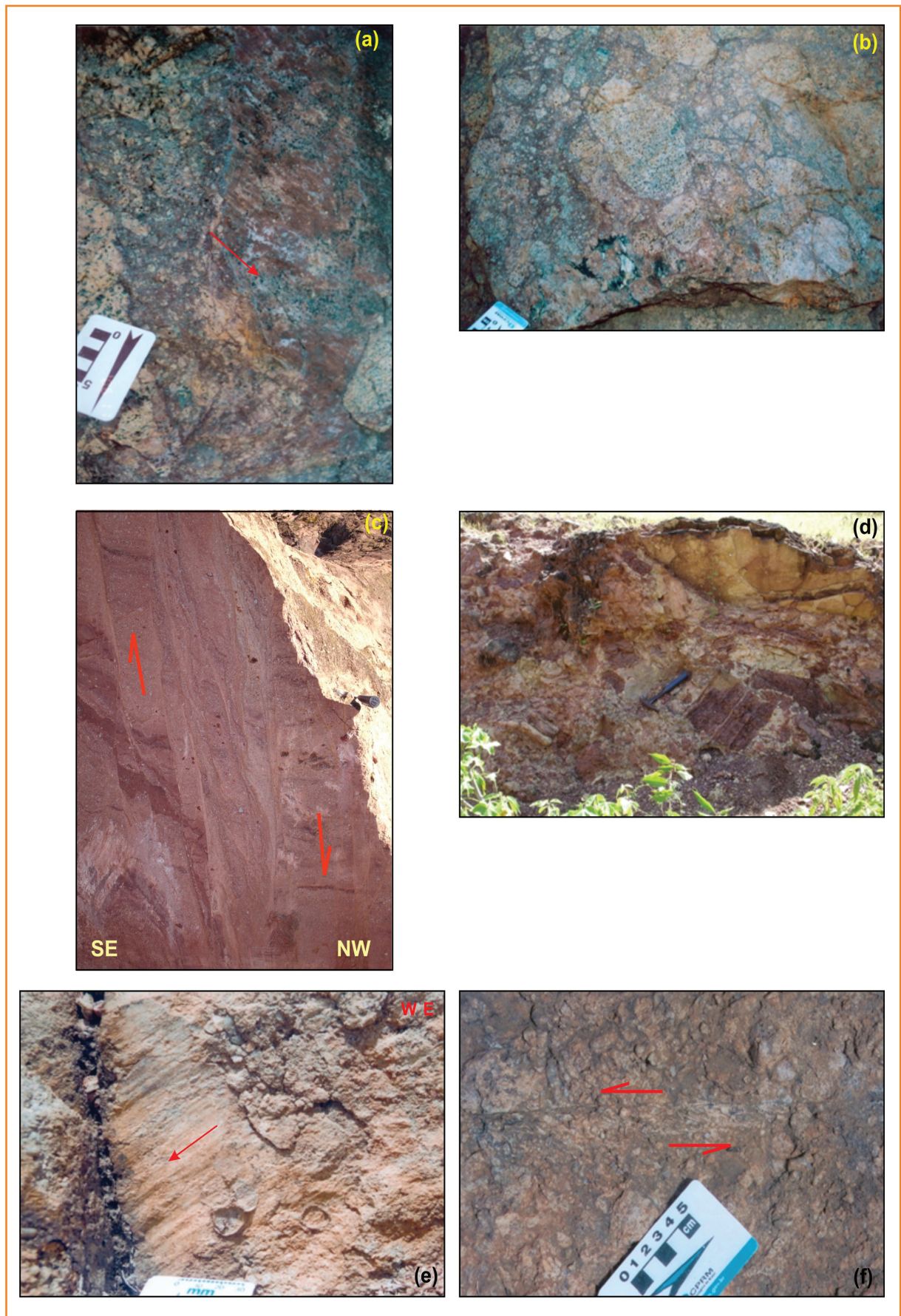


### Figura 3

Estruturas do evento rifte na Bacia do Rio do Peixe: a e b) brechação e *slickenlines* oblíquos no embasamento. Segmento da Falha de São Gonçalo, em Marizópolis (PB); c) estruturas S-C hidroplásticas: bandas de deformação precoces com cinemática normal, basculadas na progressão do falhamento. Ramo ENE de um segmento da Falha de Brejo das Freiras (PB); d) brechas tectônicas afetando as rochas sedimentares da Formação Rio Piranhas durante um incremento tardio do falhamento de Brejo das Freiras; e) *slickenfibers* oblíquos associados à cinemática normal-sinistral da Falha de São Gonçalo. Formação Antenor Navarro a sul de Aparecida (borda leste do Semi-gráben de Sousa); f) componente sinistral em banda de deformação afetando conglomerados da Formação Rio Piranhas no Semi-gráben de Pombal, a SW de São Domingos do Pombal (PB) – terminação em *splay* da Falha de São Gonçalo. As setas vermelhas indicam sentido do movimento (dupla seta, nas figuras 3c e 3f) ou orientação de *slickenfibers* (figuras 3a e 3e).

### Figure 3

Structures related to the rift event in the Rio do Peixe Basin: a and b) brecciation and oblique *slickenlines* overprinting the basement. Segment of the São Gonçalo Fault at Marizópolis (PB); c) hydroplastic S-C structures – early deformation bands with normal kinematics, rotated due to progression of faulting. ENE branch of a segment of the Brejo das Freiras Fault (PB); d) tectonic breccias affecting sedimentary rocks from Rio Piranhas Formation, during a late increment of Brejo das Freiras Fault; e) oblique *slickenfibers* associated to normal-sinistral kinematics of the São Gonçalo Fault. Antenor Navarro Formation south of Aparecida (east edge of the Sousa half-graben); f) sinistral component in a deformation band affecting conglomerates of the Rio Piranhas Formation in the Pombal half-graben, SW of Santo Domingo (*splay* termination of the São Gonçalo Fault).





para S-SE (fig. 4b). O limite norte deste semi-gráben também é marcado por uma não-conformidade, correspondendo à margem flexural. Este semi-gráben compreende dois depocentros separados por uma falha normal com direção NE-SW e mergulho para NW, a qual define um alto interno (fig. 4b). A ocorrência de óleo no Sítio Sagui coincide com esse alto. Arrastos normais e dobras nas camadas também foram reconhecidos próximos a essas falhas, de borda e internas (fig. 4b).

Ambas as falhas de borda (falhas de Brejo das Freiras e São Gonçalo) são caracteristicamente estruturadas em degraus que normalmente constituem rampas de revezamento (os degraus de Santa Helena e de Marizópolis). A correlação dos refletores sísmicos com camadas mais jovens capeando os degraus mais elevados indica que a segmentação das falhas de borda obedece a um modelo em *piggyback* e confirma a deposição sintectônica dos sedimentos.

Ainda ocorrem mesoestruturas subordinadas, com movimento direcional oposto ao descrito anteriormente para cada *set* (NE e E-W), que provavelmente significam um episódio de moderada inversão na bacia; algumas feições em linhas sísmicas são compatíveis com essa interpretação.

## estratigrafia e interpretação sismoestratigráfica

O arcabouço estratigráfico da Bacia do Rio do Peixe (BRP) é formado por diferentes litofácies englobadas em três formações: Antenor Navarro, Sousa e Rio Piranhas, as quais constituem um único grupo denominado de Rio do Peixe (fig. 1). Os dados de campo, sísmicos e gravimétricos do Projeto Bacias Interiores (Sousa *et al.* 2007) indicam que, nos semi-grábens de Brejo das Freiras e de Sousa, a espessura da coluna sedimentar pode atingir valores superiores a 2.000m nas partes mais profundas dos depocentros (figs. 2, 4 e 5). No Semi-gráben de Pombal (também em Icozinho), a espessura estimada não ultrapassa 500m, sendo constituída por litótipos correlacionados à Formação Antenor Navarro e, na borda falhada, à Formação Rio Piranhas.

A Formação Antenor Navarro caracteriza-se por conter conglomerados e arenitos conglomeráticos desorganizados e matriz-suportados (fig. 6a), e

Figura 4

Seções sísmicas do levantamento 0295\_RIO\_DO\_PEIXE\_2D: a) seção 0295-2090 que atravessa, de NW para SE, os semi-grábens de Brejo das Freiras e Sousa. Notar o desenvolvimento de sinclinais de arrasto relacionados às falhas de borda de ambos os semi-grábens. Particularmente para o Semi-gráben de Brejo das Freiras, notar a estruturação em degraus e o espessamento da coluna sedimentar em direção à falha homônima, na borda SE do compartimento; b) seção 0295-2088 localizada no Semi-gráben de Sousa. Este semi-gráben é constituído, de fato, por dois compartimentos menores basculados para SE e separados por um alto interno. Notar, ainda, a presença de sinclinais de arrasto nas bordas falhadas de ambos os compartimentos.

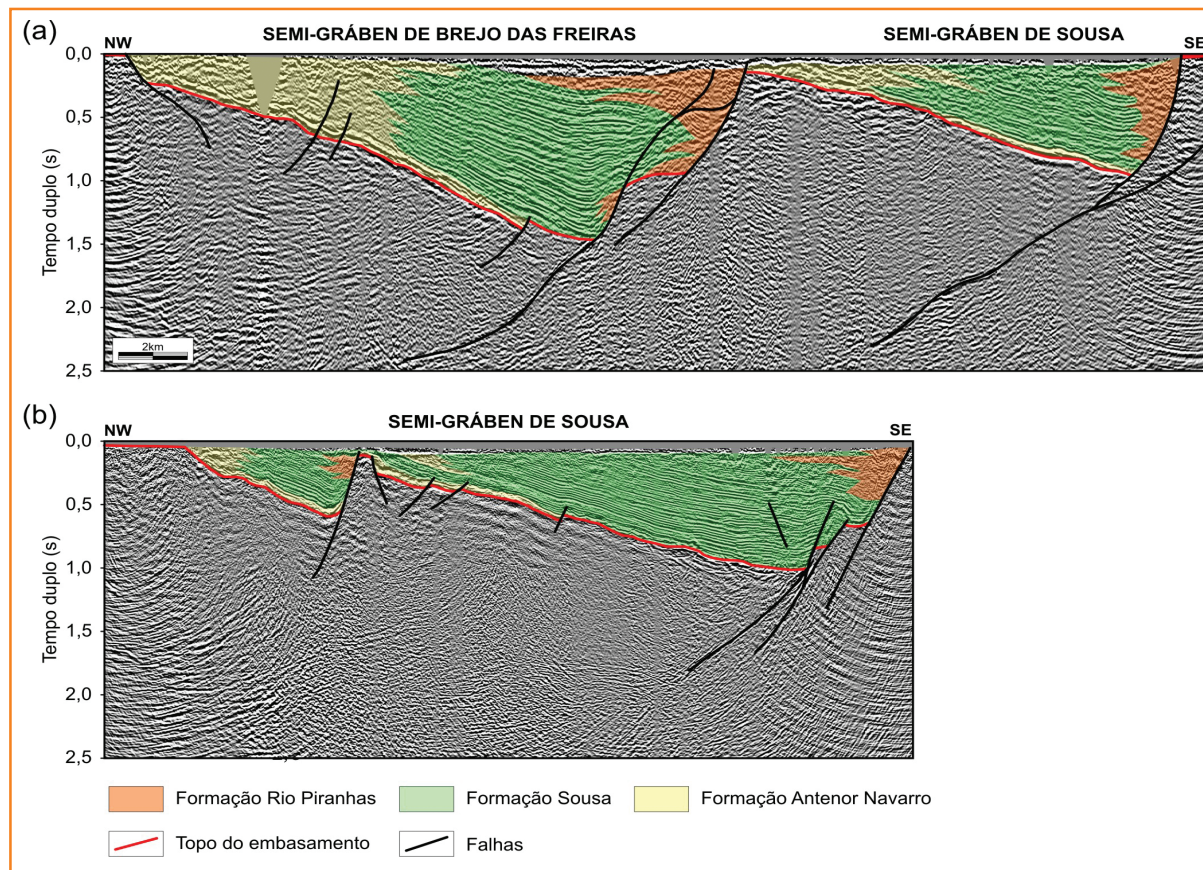


Figure 4

Seismic sections of the 0295\_RIO\_DO\_PEIXE\_2D survey: a) seismic section 0295-2090 that crosses, from NW to SE, the half-grabens of Brejo das Freiras and Sousa. The development of drag folds related to the border faults of both half-grabens is noteworthy. Particularly for the half-graben of Brejo das Freiras, notice the step-faulting and the thickening of the sedimentary layers toward the Brejo das Freiras Fault, in the SE edge of the compartment; b) seismic section 0295-2088 located in the Sousa half-graben. This half-graben consists, in fact, of two minor compartments tilted to SE and separated by an internal high. Also notice the presence of drag folds at the faulted borders in both compartments.

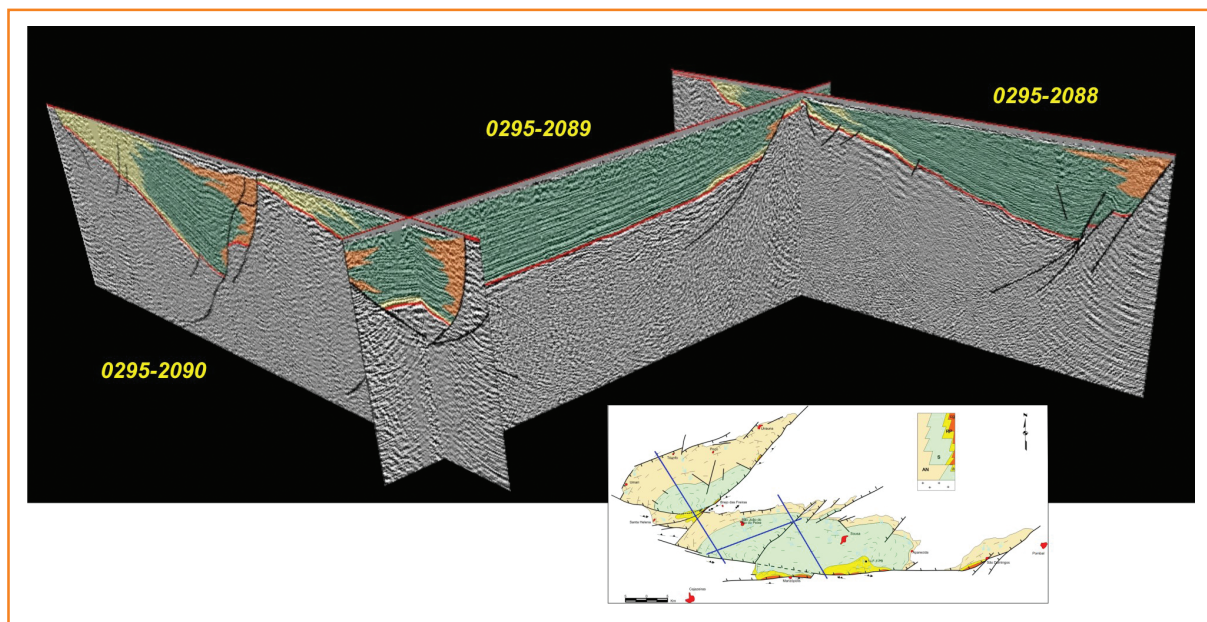


### Figura 5

Arranjo pseudo-3D das linhas sísmicas interpretadas apresentando o arcabouço estratigráfico-estrutural da Bacia do Rio do Peixe.

### Figure 5

Pseudo-3D arrangement of the interpreted seismic lines, displaying the stratigraphic-structural framework of the Rio do Peixe Basin.



principalmente arenitos conglomeráticos com estratificações cruzadas tabulares e acanaladas (fig. 6b). Tais arenitos representam sistemas de leques aluviais, fluviais entrelaçados grossos ou fluviais distributários, desenvolvidos nas margens flexurais ou em rampas direcionais. Nestas rochas, as paleocorrentes medidas apontam principalmente para SE e sul, com variações para leste ou W-SW (especialmente nas margens direcionais), caracterizando áreas fontes nas bordas não-falhadas da bacia (fig. 6b).

A Formação Sousa é composta por folhelhos e siltitos intercalados a arenitos que exibem desde marcas onduladas, laminações plano-paralelas e cruzadas até gretas de contração, e calcretes (figs. 6c e 6d). Estes litótipos representam sistemas deposicionais distintos, que vão desde sistemas subaquosos até aqueles formados por drenagens efêmeras. As paleocorrentes seguem um padrão similar ao da Formação Antenor Navarro.

A Formação Rio Piranhas, por sua vez, agrega arenitos finos a grossos com estratificações cruzadas, intercalados a pelitos (fig. 6f). Esta formação apresenta também arenitos grossos e conglomerados desorganizados e matriz-suportados, que representam leques aluviais de margem falhada associados a sistemas fluviais entrelaçados (fig. 6e). Paleocorrentes obtidas nos arenitos da Formação Rio Piranhas indicam sentido para NW ou N, confirmando áreas fontes nas ombreiras dos semi-grábens (fig. 6f). Deste modo, tais fácies delimitam blocos soerguidos precocemente nos quais o embasamento cristalino esteve sub-

metido à erosão recorrente, ao longo de toda a história de preenchimento dos depocentros. Este foi o caso do alto nas bordas S e SE dos semi-grábens de Pombal e de Sousa, bem como no alto que separa os semi-grábens de Sousa e de Brejo das Freiras.

A aquisição de linhas sísmicas na Bacia do Rio do Peixe e a interpretação sismoestratigráfica das mesmas, tendo como base as informações sedimentológicas e as relações com o tectonismo das falhas, permitiram compreender melhor o comportamento dos diferentes depósitos que integram esta bacia e estabelecer, assim, sua arquitetura estratigráfica.

O conhecimento sobre o empilhamento estratigráfico da BRP limitava-se, até então, apenas às informações de um único poço (LF-1-PB; Lagoa do Forno), perfurado pelo DNPM e situado a cerca de 10km a sudeste de Sousa (PB). Tal poço amostrou uma seção com aproximadamente 1.000m de espessura (Braun, 1969; Lima e Coelho, 1982; Alves e Roos, 1990), tendo na base litótipos da Formação Antenor Navarro, acima, pelitos da Formação Sousa e, no topo, rochas da Formação Rio Piranhas. Tal fato induziu à interpretação de que a Formação Antenor Navarro constituía a unidade mais antiga e a de Rio Piranhas, a mais nova, traduzindo a concepção clássica de um empilhamento regular ao longo de toda a bacia. O que se observa nas linhas sísmicas, no entanto, é que os estratos das três unidades ocorrem de forma interdigitada e, portanto, constituem unidades aproximadamente cronoequivalentes.





**Figura 6**  
Principais litofácies reconhecidas para as unidades litoestratigráficas da Bacia do Rio do Peixe: Formação Antenor Navarro – a) conglomerados desorganizados, matriz-suportados, mal-selecionados e maciços; b) arenitos grossos a conglomeráticos com estratificações cruzadas acanaladas; Formação Sousa – c) arenitos finos exibindo marcas onduladas que indicam sentidos de paleocorrentes para SE e SW; d) folhelhos contendo gretas de contração e moldes de pegadas de répteis; Formação Rio Piranhas – e) conglomerados de borda de falha, mal-selecionados e maciços, contendo matações e blocos subarredondados de fragmentos de rochas do embasamento; f) arenitos grossos exibindo, em planta, festoons da estratificação cruzada acanalada que indicam sentido de paleocorrente para o quadrante norte.

**Figure 6**  
Main lithofacies recognized in the lithostratigraphic units of the Rio do Peixe Basin: Antenor Navarro Formation – a) matrix-supported massive and poorly-selected, disorganized conglomerates; b) conglomeratic to coarse-grained sandstones with trough cross-stratification; Sousa Formation – c) fine-grained sandstones displaying wave ripples that indicate paleocurrents to SE and SW; d) shales displaying mudcracks and reptile footprints; Rio Piranhas Formation – e) fault-related, poorly selected and massive conglomerates, containing sub-rounded boulders and blocks from basement rocks; f) coarse-grained sandstones showing festoons of trough cross-stratification, which indicate northward paleocurrents.

Considerando os semi-grábens de Brejo das Freiras e Sousa, a análise sísmica revelou que a porção basal da Formação Antenor Navarro apresenta espessuras aproximadamente constantes, exibindo geometria tabular e sismofácies *shingled*, consistentes com sistemas deposicionais progradantes de NW para SE (ou de norte para sul), que alcançam ou se aproximam da borda falhada (fig. 7). A porção superior desta unidade exibe refletores descontínuos e desordenados nas proximidades da margem flexural. Tais refletores passam lateralmente, em direção aos depocentros, para sismofácies paralelas e subparalelas relacionadas à Formação Sousa (fig. 7). Estas últimas apresentam refletores contínuos que

nitidamente divergem e se espessam contra as falhas de borda (notadamente no Semi-gráben de Brejo das Freiras). Isto atesta o caráter sintectônico dos depósitos, o que também foi documentado em Sousa *et al.* (2007). A Formação Rio Piranhas exibe, nas linhas sísmicas, sismofácies caóticas que passam em direção a noroeste ou a norte para as sismofácies paralelas e subparalelas da Formação Sousa (fig. 7).

O imageamento de subsuperfície por meio da aquisição de linhas sísmicas também tornou possível a construção de uma seção cronoestratigráfica elaborada a partir da linha sísmica 0295-2090. Tal seção é paralela à direção de máxima distensão (e oblíqua ao mergulho regional das camadas) nos semi-

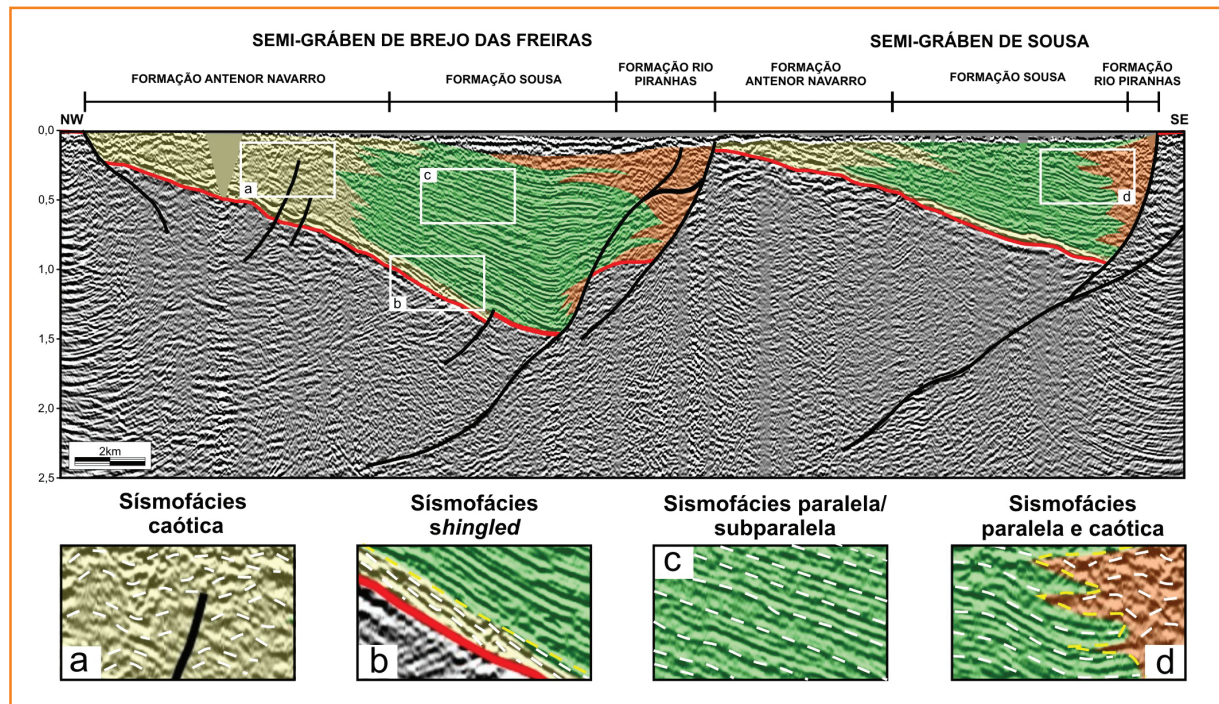


### Figura 7

Seção sísmica 0295-2090 paralela à direção de distensão máxima da bacia (e oblíqua ao mergulho regional das camadas), evidenciando as configurações internas das sismofácies mais características de cada unidade sísmica mapeada na Bacia do Rio do Peixe.

### Figure 7

Seismic section 0295-2090, parallel to the main extension direction of the basin (and oblique to the regional dip of beds), showing the internal configuration of the most characteristic seismic facies of each seismic unit mapped in the Rio do Peixe Basin.



grábens de Brejo das Freiras e de Sousa (figs 4, 5 e 7). A tônica que norteou a confecção desta seção cronoestratigráfica foi a de se colocar em evidência as relações temporais entre os sistemas deposicionais assim como suas relações com as superfícies de erosão, de não-deposição e de inundação máxima. Esta seção constituiu a base para a confecção da carta estratigráfica para a BPR, apresentada na figura 8.

A carta estratigráfica aqui proposta para a Bacia do Rio do Peixe apresenta o arcabouço desta bacia arranjado segundo as unidades da estratigrafia clássica, ou seja: unidades cronoestratigráficas, bioestratigráficas e litoestratigráficas. Esta carta traz também informações acerca da natureza da sedimentação, e das unidades e superfícies da estratigrafia de seqüências.

Todo o pacote sedimentar da BPR é enquadrado na carta apresentada aqui em uma única seqüência denominada de Tectonosseqüência Rifte, em alusão ao estágio tectônico ao qual se relaciona (fig. 8). O limite inferior desta seqüência é representado por uma superfície de não-conformidade que a separa do embasamento cristalino. Já o seu limite superior é caracterizado por uma discordância de forte caráter erosivo, cujo hiato, como evidenciado na carta apresentada, tende a aumentar em direção às margens flexurais dos semi-grábens. Estas margens são progressivamente soerguidas (e erodidas), enquanto que os blocos baixos das margens falhadas subsidem e acumulam maiores espessuras de sedimentos (figs 8 e 7).

As relações laterais entre as fácies, ressaltadas nesta carta após a conversão da linha sísmica em uma seção cronoestratigráfica, comprovam que o preenchimento sedimentar dos semi-grábens foi controlado pela relação entre as taxas de criação de espaço de acomodação e de aporte sedimentar. Tal relação, em última análise, é uma função direta da intensidade da atividade tectônica. Destacam-se duas fases distintas de evolução destes semi-grábens:

- I. fase inicial, em que a taxa de criação de espaço de acomodação é maior que a de aporte sedimentar, resultando em um arranjo retrogradacional das fácies;
- II. fase final, na qual esta relação se inverte e as fácies passam a apresentar um caráter progradacional.

A fase inicial, representada pela porção inferior da Tectonosseqüência Rifte, possivelmente relaciona-se a um momento em que a atividade tectônica foi mais acentuada, a ponto de criar depocentros mais profundos, com sistemas de leques deltaicos nas margens falhadas e sistemas flúvio-deltaicos nas margens flexurais. A esta fase foi relacionado o trato de sistemas basal da Tectonosseqüência Rifte, denominado de Transgressivo.

A fase seguinte, caracterizada pela porção superior da Tectonosseqüência Rifte, pode ser interpretada como o resultado de uma diminuição da atividade tectônica, com o gradual assoreamento dos semi-

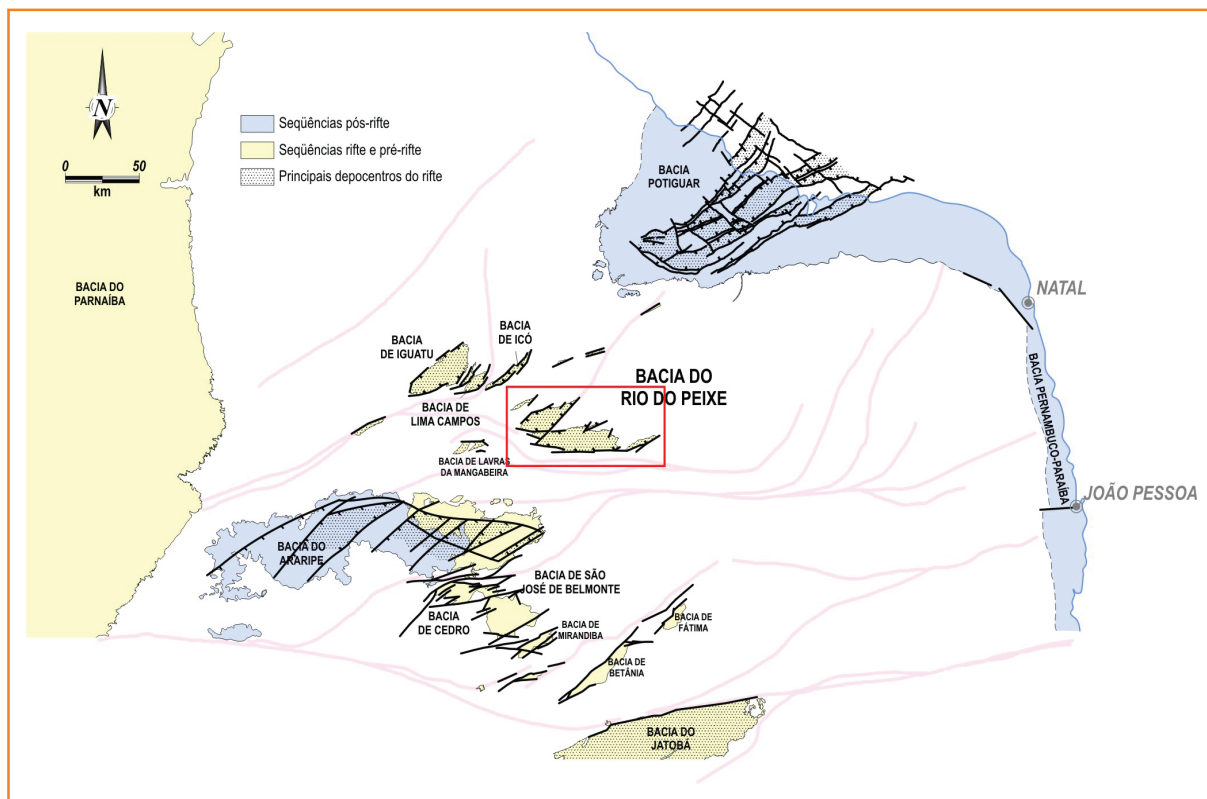


### Figura 9

Arcabouço geológico simplificado da porção nordeste da Província Borborema, apresentando a localização das bacias interiores, com destaque para a Bacia do Rio do Peixe. Notar as dimensões relacionadas aos depocentros da Bacia do Rio do Peixe e compará-las aos blocos análogos encontrados na Bacia Potiguar.

### Figure 9

Simplified geological framework of the northeast portion of Borborema Province, showing the location of the Northeast Interior Basins, with particular reference to the Rio do Peixe Basin. Notice the dimensions of the depocenters of the Rio do Peixe Basin, comparable with similar blocks found in the Potiguar Basin.



etapas subsequentes. De todo modo, as dimensões dos semi-grábens são da mesma ordem de grandeza que aquelas observadas na Bacia Potiguar, um aspecto positivo na avaliação do potencial exploratório da BRP e de outras das bacias interiores (fig. 9).

As relações descritas – em especial as cunhas espessadas e as fácies conglomeráticas acompanhando as grandes falhas – são diagnósticas e típicas dos modelos de semi-grábens preenchidos por sedimentos sintectônicos. Nesse contexto, as passagens laterais entre os diferentes setores dos depocentros (margem flexural, eixo do depocentro e margem falhada) originam relações de contemporaneidade lateral das unidades estratigráficas, contrariamente aos modelos clássicos de empilhamento puramente vertical. Embora essas relações sejam detectadas nos levantamentos de campo em áreas bem expostas, as linhas sísmicas adquiridas na Bacia do Rio do Peixe constituem a ferramenta ideal para visualização desse contexto tectonoestratigráfico.

## agradecimentos

Os autores gostariam de prestar seus agradecimentos à Petrobras pelo apoio financeiro ao Projeto Bacias Interiores e, em especial, ao Doutor Francisco Nepomuceno Filho, pelo incentivo para executar esse Projeto. Agradecimentos são também direcionados à Equipe Sísmica ES-27 da Petrobras, pela execução física da operação e à Brain Technologies, pelo registro dos dados sísmicos. Ao geofísico Heron Antônio Schots, da Petrobras UN-RNCE, agradece-se pelo processamento dos dados sísmicos. Agradecimentos também são devidos à LandMark Graphics Corporation pela cessão das licenças acadêmicas do pacote de aplicativos Geographix no qual vem sendo realizada a interpretação das seções sísmicas. Finalmente, agradece-se pelo contínuo apoio da Gerência de Exploração na UN-RNCE (geólogos João de Deus Souto Filho, Silmara Campos e José Costa Vieira) e pelas discussões com seus técnicos (geólogos Aníbal César Alves, José Gedson da Silva, Sidney Roos, Ubiraci Manoel Soares e Otaviano Pessoa Neto, este último atualmente na E&P – Exploração). Registre-se também um agradecimento ao professor Claiton M.S. Scherer (IG/UFRGS) pelas discussões acerca do tema.



## referências bibliográficas

- ALVES, A. C.; ROOS, S. Aspectos sedimentológicos da Bacia do Rio do Peixe: roteiro de excursão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia. 1990.
- ANTUNES, A. F.; ANDRADE, P. R. O.; JARDIM DE SÁ, E. F.; LIRA LINS, F. A. P.; ALVES DA SILVA, F. C.; SOUSA, D. C.; CÓRDOBA, V. C. Estilo tectônico do rifte na Bacia do Rio do Peixe. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11., 2007, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 2007. p. 218.
- ARAI, M. Revisão estratigráfica do Cretáceo Inferior das Bacias Interiores do Nordeste do Brasil. **Revista de Geociências [UNESP]**, Rio Claro, v. 25, n. 1/3, p. 7-15, 2006.
- ARAI, M.; HASHIMOTO, A. T.; UESUGUI, N. Significado cronoestratigráfico da associação microfiorística do Cretáceo inferior do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 3, p. 87-103, 1989.
- BRAUN, O. P. G. **Geologia da Bacia do Rio do Peixe, Nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro: PROSPEC S/A - Prospecções Geologia e Aerofotogrametria: Departamento Nacional da Produção Mineral, 23 p., 1969. Relatório.
- BRITO, I. M. As unidades litoestratigráficas da passagem Jurássico-Cretáceo do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 17, p. 81-85, 1987.
- CASTRO, D. L.; OLIVEIRA, D. C.; CASTELO BRANCO, R. M. G. On the tectonics of the Neocomian Rio do Peixe rift basin, NE Brazil: lessons from gravity, magnetics, and radiometric data. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v. 24, p. 184-202, 2007.
- CARVALHO COSTA, P. R.; JARDIM DE SÁ, E. F.; ANDRADE, P. R. O.; LIRA LINS, F. A. P.; ANTUNES, A. F.; ALVES DA SILVA, F. C.; SCHOTS, H. A. Arcabouço estrutural da Bacia do Rio do Peixe. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 11., 2007, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 71. 2007.
- FRANÇOLIN, J. B. L. Analyse structurale du bassin du Rio do Peixe (Brésil). 1992. 240 p. Tese (Doutorado) - Centre Armoricaine d'Étude Structurale des Socles, Université de Rennes. 1992.
- FRANÇOLIN, J. B. L.; COBBOLD, P. R.; SZATMARI, P. Faulting in the Early Cretaceous Rio do Peixe Basin (NE Brazil) and its significance for the opening of the Atlantic. **Journal of Structural Geology**, Amsterdam, v. 16, n. 5, p. 647-661, 1994.
- FRANÇOLIN, J. B. L.; SZATMARI, P. Mecanismo de rifteamento da porção oriental da margem norte brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 196-207, 1987.
- GHIGNONE, J. I.; COUTO, E. A.; ASSINE, M. L. Estratigrafia e estrutura das bacias do Araripe, Iguatu e Rio do Peixe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., 1986. Goiânia. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia. 1986. v. 1. p. 271-285.
- JARDIM DE SÁ, E. F.; ANTUNES, A. F.; CÓRDOBA, V. C.; SOUSA, D. C. Sedimentação pré e sinrifte: critérios e exemplos nas bacias cretáceas do Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 11., 2007, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 2007. p. 52-53.
- LIMA, M. R.; COELHO, M. P. C. A. Estudo palinológico da sondagem estratigráfica de Lagoa do Forno, Bacia do Rio do Peixe, Cretáceo do Nordeste do Brasil. **Boletim IG-USP: Série Científica**, São Paulo, v. 18, p. 67-83, 1982.
- MABESOONE, J. M. **Sedimentary basins of Northeast Brazil**. Recife: Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco. 1994. 308 p. (Publicação Especial do Departamento de Geologia da UFPE, 2).
- MATOS, R. M. D. The Northeast Brazilian rift system. **Tectonics**, Washington, v. 11, p. 766-791, 1992.
- MATOS, R. M. D. History of the Northeast Brazilian rift system: kinematic implications for the break-up between Brazil and West Africa. In: CAMERON, N. R.; BATE, R. H.; CLURE, V. S. (Eds.). **The oil and gas habitats of the South Atlantic**. London: Geological Society of London. 1999, p. 55-73. (Special Publication).
- PONTE, F. C.; PONTE FILHO, F. C. **Estrutura geológica e evolução tectônica da Bacia do Araripe**. Recife: Departamento Nacional da Produção Mineral (4º e 10º Distritos Regionais): Delegacias do Ministério das Minas e Energia em Pernambuco e Ceará. 1996. 68 p. Relatório.

SÉNANT, J.; POPOFF, M. Early Cretaceous extension in northeast Brazil related to the South Atlantic opening. **Tectonophysics**, Amsterdam, v. 198, n. 1, p. 35-46, Nov. 1991.

SILVA, R. P.; BORGHI, L.; CARVALHO, I. S.; IDAÉCIO F. Laminações microbianas e fácies sedimentares da Formação Sousa (Bacia de Sousa, PB). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia. 2008. p.124.

SOUSA, D. C.; CÓRDOBA, V. C.; JARDIM DE SÁ, E. F.; SCHERER, C. M. S.; ANTUNES, A. F.; SILVA, A. N.; ANDRADE, P. R. O. Arquitetura deposicional da Bacia do Rio do Peixe, NE do Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 22., 2007, Natal. **Boletim de Resumos...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia. 2007. p. 5.

SZATMARI, P.; FRANÇOLIN, J. B. L.; ZANOTTO, O.; WOLFF, S. Evolução tectônica da margem equatorial brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, Sao Paulo, v. 17, p. 180-188, 1987.

VALENÇA, L. M. M.; NEUMANN, V. H.; MABESONE, J. M. An overview on Callovian-Cenomanian intracratonic basins of Northeast Brazil: onshore stratigraphic record of the opening of the southern Atlantic. **Geologica Acta**, Barcelona, v. 1, p. 261-275, 2003.

## bibliografia

SILVA, A. N. **Estratigrafia e evolução estrutural da bacia do rio do peixe, nordeste do Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. No prelo.

## expanded abstract

The Rio do Peixe Basin (RPB), located immediately north of the Patos lineament, is filled by neocomian sedimentary rocks, and is currently object of interest given the local occurrence of oil near the surface, at NW of Sousa city (Paraíba State). The RPB belongs to the context of the Northeast Brazil Interior Basins which are part of the so-called Cariri-Potiguar trend and correspond to remnants of Early Cretaceous basins superimposed to Precambrian basement of the Borborema Province or even to older sedimentary units. These basins are related to the rifting event that shaped the current continental margin of northeastern Brazil.

Besides the exploratory interest, these basins constitute good terrain analogues to the basins of the continental margin, which is one of the purposes of the Interior Basins Project (agreement PETROBRAS/UFRN/PPGG). The sampled beds contain paleontological associations related to Rio da Serra and Aratu local stages, with a major erosive event inferred by the absence of beds related to Buracica and Jiquiá stages at the top of the section. The bio/chronostratigraphic correlation between these basins and the continental margin (especially the Potiguar Basin) is one of the main arguments for the interpretation that sedimentary deposits of these basins are related to a synrift context.

Two alternative hypotheses try to explain the evolution of these rift basins, either by a model considering NW extension during Neocomian-Barremian times, or by a model involving reactivation of EW and NE strike-slip Precambrian lineaments, but also involving NW extension.

As one of the main products of the Interior Basins Project, we include the acquisition of a new seismic survey in the Rio do Peixe Basin, the result of a partnership executed between the Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) through its Graduate Program in Geodynamics and Geophysics, and companies PETROBRAS and Brain Technologies. Three high-quality 2D seismic sections were acquired, totaling about 80 km of survey, which marked the pioneering of UFRN as the first Brazilian University to be in an EAD (Empresa de Aquisição de Dados – Data Acquisition Company), within the Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, the Brazilian Agency for Petroleum, Natural Gas and Biofuels).

In RPB, the combination of the current level of erosion with the geometry of major faults and bedding dips shows the existence of different half-grabens (Pombal, Sousa and Brejo das Freiras, from East to West, eventually including Icozinho). The structural and geophysical data indicate that the sediment column may be more than 2 km thick in the deep portion of depocenters, or even attain 2.5 to 3 km thick in the case of Brejo das Freiras half-graben.

Segments of Brasiliano-Pan-African EW-trending (Patos lineament) or NE (Portalegre shear zone) shear zones, acted as brittle shear zones during the Early Cretaceous reactivation. The combination of slickenlines and kinematic indicators helped to establish the displacements along the faults, normal in NE structures, such as the Brejo das Freiras fault (which defines the faulted border of the homonym half-graben) and oblique, normal-sinistral, in the EW-trending São Gonçalo; this fault defines the faulted border of a transtractive block, in the case of Sousa half-graben. In each half-graben, the layers are tilted to the faulted borders, in whose vicinity may occur syntectonic conglomerates. Both border faults are structured in steps, which usually represent relay ramps. The correlation of seismic reflectors (with younger layers filling the higher steps) indicates that the segmentation of the border faults follows a piggyback model, and confirms the sintectonic deposition of sediments.

The stratigraphic framework of the Rio do Peixe Basin is formed by different lithofacies belonging to three different formations: Antenor Navarro, Sousa and Rio Piranhas, the three of them belonging to the Rio do Peixe Group. The Antenor Navarro Formation contains disorganized matrix-supported conglomerates and conglomeratic sandstones and, especially conglomeratic sandstones with tabular and trough cross-stratification, which represent alluvial fans, braided or distributary fluvial systems, developed on the flexural margins or directional ramps. The Sousa Formation consists of shales and siltstones intercalated to sandstones, showing wave ripples, planar-parallel or crossed lamination, mudcracks, besides calcretes. These lithotypes represent different depositional systems, from subaqueous systems to those formed by ephemeral drainages. The Rio Piranhas Formation, in turn, is constituted by fine- to coarse-grained sandstones with cross-stratification interlayered to claystones, as well as coarse-grained and matrix-supported conglomerates, representing alluvial fans of faulted border, associated with braided fluvial systems.

*The seismic stratigraphic interpretation, based on sedimentological information and relations with the faults, led to better understand the behavior of the various deposits that are part of this basin and establish thus its stratigraphic architecture. What can be seen in the seismic lines is that the strata of the three units occur in interdigital way and therefore constitute approximately chrono-equivalent units.*

*The seismic imaging also made possible the construction of a chronostratigraphic section, culminating with the proposal of a Stratigraphic Chart to the Rio do Peixe Basin. The proposed Stratigraphic Chart fits your whole sedimentary package called Synrift Tectonosequence, in allusion to the tectonic stage to which it relates. The lower limit of this sequence is represented by an unconformity surface that separates it from crystalline basement below. Its upper limit is characterized by a discordance of strong erosive character, whose hiatus tends to increase towards the flexural margins of the half-grabens. These unconformities are progressively uplifted (and eroded), while the hangingwall blocks subside and accumulate greater thicknesses of sediments.*

*The lateral relationships between the facies show that the sedimentary filling of half-grabens was controlled by the relationship between the rates of creation of accommodation space and of sediment supply, which ultimately is a direct function of the intensity of tectonic activity. Two distinct phases of evolution of these half-grabens are recognized: (i) the initial phase, where the rate of creation of space for accommodation is higher than the contribution of sediment, resulting in a retrogradational facies arrangement, followed by (ii) the final phase, in which this relationship is inverted and turns to a progradational character. The initial phase was related to the basal systems tract of the Synrift Tectonosequence, called Transgressive System Tract. The next phase, characterized by the upper portion of the Synrift Tectonosequence, was related to the Regressive System Tract. Separating these two system tracts was positioned the maximum flooding surface of the lake existing at that time. The temporal correlation between the Brejo das Freiras and Sousa half-grabens was based on the recognition of these two intervals by the positioning of the surface that marks the moment of maximum expansion of the lake.*