



Caracterização geométrica da discordância pré-Aratu em um campo de petróleo maduro na bacia de Sergipe-Alagoas - implicações para a compartimentação de reservatórios

C. Borba¹, P.C. Galm¹, P.S.G. Paim² & A.J.V. Garcia³

1 Petrobras/UN-SEAL Aracaju-SE, cborba@petrobras.com.br, pcgalm@petrobras.com.br

2 PPGeo/Unisinos, São Leopoldo-RS, ppaim@unisinos.br

3 NEREN-UFS Aracaju-SE, ajvgarcia@yahoo.com.br

Abstract This work presents the results of a high resolution stratigraphic study carried out in the Furado Oil Field, where sedimentary rocks of the early rift phases comprise producing reservoirs. In this area, the Pre-Aratu Unconformity (DPA) was characterized in detail as an angular, tectonic produced surface that compartmentalizes the reservoirs. This unconformity is an important stratigraphic surface related to the initial rift pulses (Valanginian - Hauterivian) of the Sergipe-Alagoas Basin. High quality fluvial, deltaic and aeolian sandstone reservoirs lie above the DPA whereas telodiagenetic processes generated secondary porosity in deposits situated below the unconformity. Both situations constitute interesting plays to both petroleum exploration and field revitalization.

Palavras-Chave: Bacia de Sergipe-Alagoas, rifte, campo de Furado, discordância pré-Aratu, Formação Barra de Itiúba.

INTRODUÇÃO A discordância pré-Aratu (DPA) foi identificada pela primeira vez por Galm & Santos (1993) dentro da Formação Barra de Itiúba (Cretáceo Inferior, no limite Valanginiano/Hauteriviano), devido à ausência de três biozonas de ostracodes (NRT-4.3 a 4.5) do Andar Rio da Serra em poços da Bacia de Sergipe-Alagoas, envolvendo um hiato de cerca de 5 Ma. Trabalhos posteriores de análise estratigráfica regional (Chagas *et al.* 1993, Chiossi 1997) caracterizaram essa discordância como o marco do início do rifteamento da bacia, após uma fase de estiramento inicial quando foram depositadas as formações Bananeiras, Serraria e a porção basal da Fm Barra de Itiúba. Bueno (2001, 2004) reconhece essa discordância em outras bacias brasileiras, e a define como a “discordância de propagação do rifte”, representando a discordância inicial do rifte na Bacia de Sergipe-Alagoas, a discordância de interfase do rifte no Recôncavo-Tucano-Jatobá e a discordância do *breakup* nas bacias do sul-sudeste.

Apesar de a discordância ser facilmente identificada por meio da bioestratigrafia, seu reconhecimento em sísmica e em perfis de poços na área de Alagoas é mais problemático devido aos refletores plano-paralelos que caracterizam a pilha sedimentar rifte, e ao grande número de falhas que costuma mascarar as feições estratigráficas.

A DISCORDÂNCIA PRÉ-ARATU NO CAMPO DE FURADO O Campo de Furado (Fig. 1), com mais de 30 anos de atividade exploratória, apresenta uma grande quantidade de dados de poços, sísmica 3D e de comportamento de produção dos reservatórios.

Além disso, é uma rara situação onde toda a Formação Barra de Itiúba está representada. Esse conjunto de dados permite uma atualização do modelo estrutural e estratigráfico do campo utilizado até agora (sintetizado em Góes *et al.* 1986), cujo objetivo final é a revitalização do campo. O estudo integrado, baseado em sísmica 3D, bioestratigrafia, correlação estratigráfica detalhada de perfis elétricos, perfis de imagem/dipmeter e testemunhos, permitiu a discriminação entre feições associadas às falhas e às discordâncias (por exemplo, ausências de seção e mudanças de ângulo de mergulho), e a revisão do zoneamento de produção, utilizando a abordagem de estratigrafia de seqüências.

Dos 2500 metros da pilha estratigráfica analisada (equivalente ao intervalo de aproximadamente 15Ma), a feição estratigráfica mais marcante é a discordância pré-Aratu, posicionada no truncamento das superfícies sotopostas contra a superfície denominada S400 (Fig. 2). Utilizando como *datum* estratigráfico um folhelho negro correspondente à superfície de afogamento máximo da primeira seqüência deposicional acima da discordância, verifica-se o caráter angular (tectônico) da discordância, com 2,8° na área estudada. Esse ângulo é muito pequeno para ser percebido em perfis de imagem e *dipmeter* (todas as quebras de mergulho nesses perfis foram interpretadas como falhas, ou feições deposicionais ligadas à construção de elementos arquiteturais), mas em seções estratigráficas comprimidas representa um forte contraste com os horizontes plano-paralelos que dominam o conjunto.

O mapa de isópacas de uma sequência deposicional truncada pela discordância mostra a formação de um alto interno (Alto de Fazenda Tomada), limitado por duas falhas principais que estavam em processo de iniciação durante o soerguimento (Fig. 3). A rotação de blocos e erosão do alto estrutural resultou em remoção de pelo menos 150m de sedimentos depositados na fase de estiramento inicial. Antes e depois do estabelecimento da discordância, esse alto também foi atuante, de forma menos intensa, fato evidenciado pelos mapas de isópacas das sequências abaixo e acima da discordância e em seções estratigráficas (Fig. 2).

O posicionamento exato do início do rifteamento nos depósitos registrados nas bacias marginais é um assunto controverso. Dependendo do critério adotado, esse posicionamento pode apresentar variações nas colunas estratigráficas apresentadas. Independente dessa controvérsia é inegável que o evento tectônico que produziu a DPA foi o mais dramático que sofreu a área no intervalo aproximado entre 147 e 122 Ma.

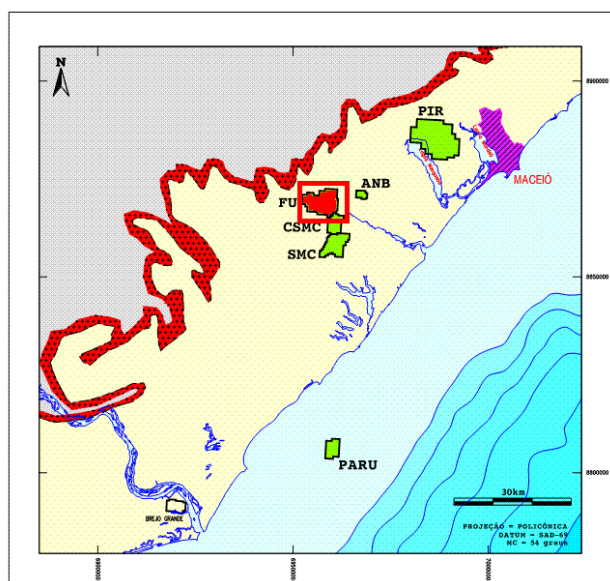


Figura 1. Mapa de localização da área estudada.

INFLUÊNCIA DA DPA NA COMPARTIMENTAÇÃO E QUALIDADE DOS RESERVATÓRIOS Em relação à caracterização de reservatórios, a DPA é um importante marco no zoneamento de produção do campo, que está sendo revisto. Sobre ela estão assentados depósitos fluvio-deltáicos (trato de baixa acomodação) que constituem um importante reservatório do campo de Furado, com

até 30m de espessura, e que podem ser rastreados por longa distância na área de Alagoas, sendo correlatos aos arenitos com retrabalhamento eólico descritos por Pinho & Costa (1990) a mais de 4000m de profundidade. Esses depósitos são cobertos por uma camada relativamente espessa de folhelhos laminados escuros (trato de alta acomodação), que correspondem à primeira ocorrência de fácies de lago relativamente profundo na bacia, e que desempenham papel de capeadores dos reservatórios. A grande continuidade lateral dos depósitos arenosos assentados sobre a discordância não favorece a formação de trapas estratigráficas. Foram os fechamentos estruturais produzidos por falhas de até 800m de rejeito, de idade Alagoas, os responsáveis pelo trapeamento das acumulações de petróleo.

Em algumas áreas da bacia, a exposição dos sedimentos nas superfícies de discordância permitiu a infiltração de fluidos meteóricos (telodiagênese), que dissolve cimentos solúveis e grãos do arcabouço (Garcia 1992), originando excelentes reservatórios que podem ser alvos exploratórios mesmo em profundidades muito elevadas, graças à melhor preservação da permo-porosidade, sobretudo nas fácies eólicas. Assim, a presença da DPA pode ter contribuído para as elevadas porosidades de sedimentos pré-Aratu (principalmente Formação Serraria) na região do Campo de Furado.

CONCLUSÃO Estudos de estratigrafia de detalhe em um campo de petróleo maduro podem contribuir para o entendimento dos processos que atuaram na escala de bacia, da mesma forma que a integração com conhecimentos regionais pode contribuir para o melhor conhecimento dos reservatórios.

Verificou-se que a discordância pré-Aratu é a superfície estratigráfica mais marcante no campo de Furado, desempenhando um papel importante na compartimentação dos reservatórios.

Espera-se que o arcabouço tridimensional que está sendo elaborado para esse campo maduro, considerando as discontinuidades estratigráficas e estruturais não somente como objetos puramente geométricos, mas que carregam toda uma história evolutiva, possam contribuir para a revitalização do campo na forma de projetos de melhoria na recuperação de petróleo.

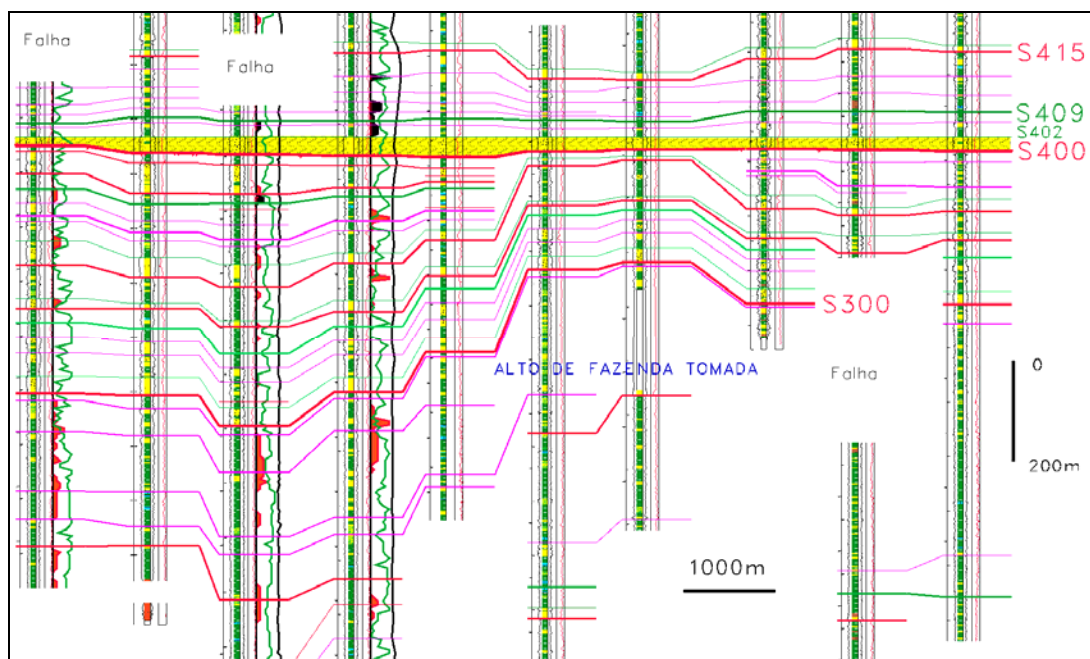


Figura 2A. Seção de correlação com datum na superfície de afogamento (S409) na base do Andar Aratu, mostrando a angularidade da discordância pré-Aratu (S400). Em destaque, os depósitos fluvio-deltáicos assentados sobre a discordância.

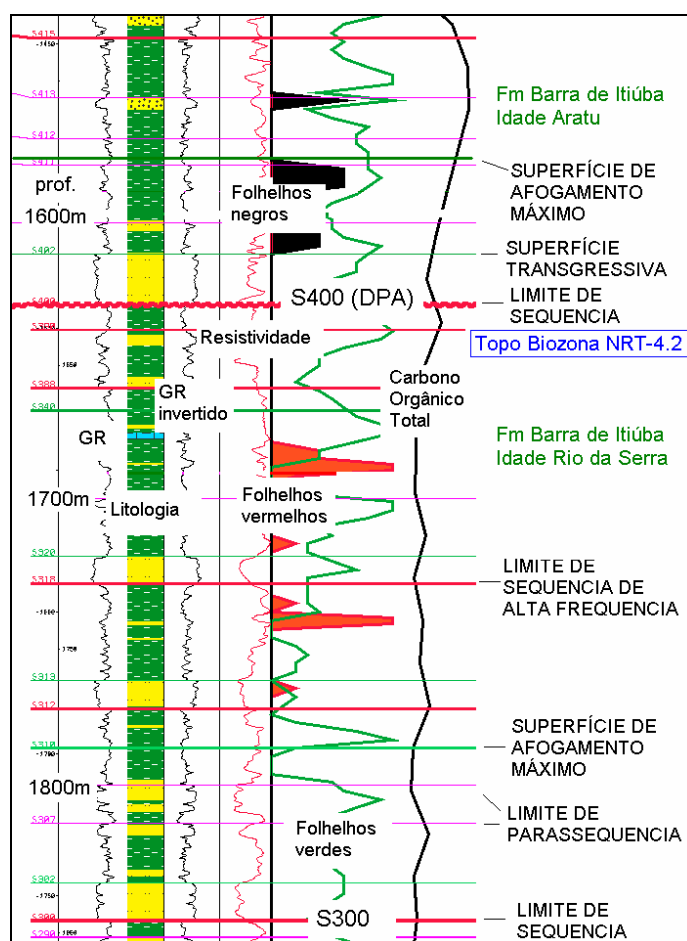


Figura 1B. Legenda para entendimento da Figura 2A

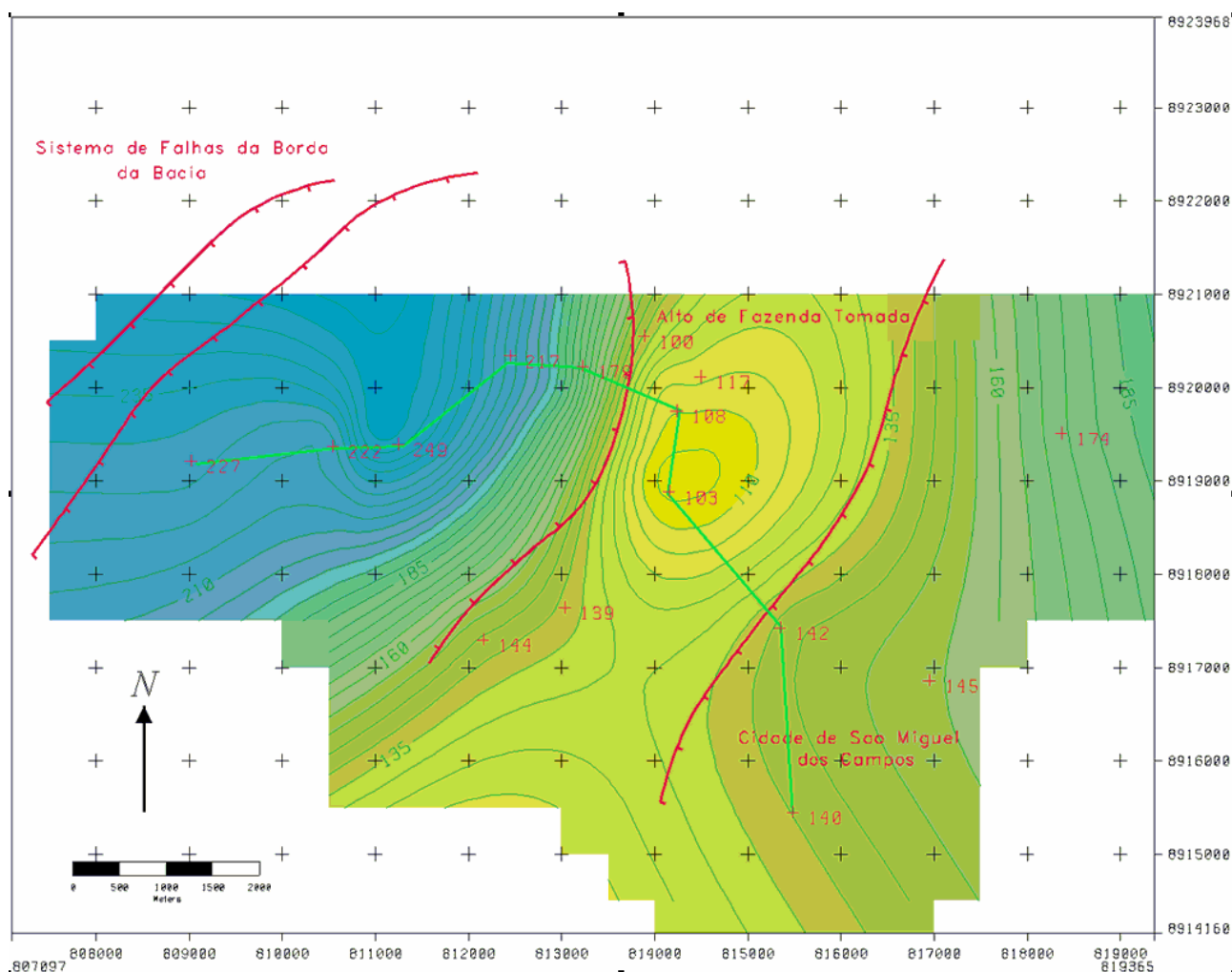


Figura 3. Mapa de isópacas da sequência deposicional de idade Rio da Serra Superior, limitada pelas superfícies S300 e S400, mostrando significativa erosão no Alto de Fazenda Tomada. A linha verde mostra a localização da seção.

Referências

- BUENO G.V. 2001. *Discordância Pré-Aratu: Marco Tectono-Isotópico no Rift Afro-Brasileiro*. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 149 p., anexo.
- BUENO G.V. 2004. Diacronismo de eventos no rift Sul Atlântico. *Bol. Geoc. Petrobras*, **12**(2):203-229.
- CHAGAS L.S.; CHIOSSI D.S.N.; CERQUEIRA R.M.; HANSI G.P.; MARQUES G. e LISBOA G. 1993. *Evolução tectono-sedimentar do Rift da Bacia Sergipe-Alagoas e novas perspectivas exploratórias*. Rel. Interno. PETROBRAS/DENEST. Aracaju, 74p.
- CHIOSSI D.S.N. 1997. *Estratigrafia de seqüências e condicionamento tectono-climático num rift continental (Bacia de Sergipe-Alagoas)*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 204p.
- GALM P.C. & SANTOS D.F. 1993. Descoberta de uma discordância de idade pré-Aratu na Bacia de Sergipe-Alagoas. *Acta Geológica Leopoldensia*, **39**(2):555-562.
- GARCIA A.J.V. 1992. *Estratigrafia, sedimentação e diagênese dos arenitos da Formação Serraria, Cretáceo Inferior da Bacia de Sergipe-Alagoas, nordeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 305p.
- GÓES R.O., MAGALHÃES C.A.P., ALVES FILHO H.P.A., GONÇALVES J.R., COSTA M.N.C., CORTES M.H., CAMPOS NETO O.P.A., VALVERDE R.S., FORMOSO S. 1986. Mapeamento de detalhe dos campos de Furado, Cidade de São Miguel dos Campos e São Miguel dos Campos. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 34, Anais, 4, p.1701-1714.
- PINHO G.C. & COSTA M.N.C. 1990. Fácies Eólica na Formação Barra de Itiúba, Exemplo de Potencial Reservatório Profundo. *Bol. Geoc. Petrobras*, **4**(4):489-508.