



Levantamento GPR em Rochas Carbonáticas na Bacia Sergipe-Alagoas

Liliane S. franco, Jandyr M. Travassos/Observatório Nacional/MCT-ON, Paulo de T. L. Menezes

Copyright 2003, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.

Contents of this paper was reviewed by The Technical Committee of The 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society and does not necessarily represents any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction, or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of The Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

This work presents the preliminary results of a GPR survey done at an carbonate outcrop considered an analog of Lagoa Feia reservoirs at Campos Basin. We acquired high-quality data along several levels of a quarry. Data was collected in fixed-offset and CMP configurations. We concentrate here on one profile done on quarry floor where is possible to detect a deep (25 m) domic structure. That structure is bellow the coquinas level, seen in the section as a diffraction zone.

Introdução

Este trabalho visa a obtenção de imagens da subsuperfície utilizando como ferramenta o método GPR (Ground Penetrating Radar). O levantamento de campo foi realizado em um afloramento de bancos carbonáticos da Formação Coqueiro Seco, Bacia de Sergipe-Alagoas. Estes são constituídos por coquinas, lito-estratigraficamente correlatas às da Formação Lagoa Feia, Bacia de Campos, constituindo-se em um importante análogo de rochas-reservatório.

A análise estratigráfica de alta resolução de afloramentos pode ser utilizada na construção de modelos arquiteturais quantitativos de reservatórios. Parâmetros importantes, tais como porosidade e geometria de reservatórios, fatores que influenciam na definição de reservas e na produção de petróleo, podem ser quantificados desta maneira.

Embora os principais tipos de rocha-reservatórios, estejam associados a arenitos turbidíticos (Ceia et al., 2001; Bruhn, 1994; Hardage et al. 1998), cerca de 50% do petróleo é produzido em ambientes carbonáticos. Esse tipo de reservatórios apresenta uma série de problemas na produção de hidrocarbonetos devido à heterogeneidade do seu sistema poroso. Tornando-se altamente necessário a realização de estudos de modelagem, no sentido de aumentar a produtividade e a prospectividade desses reservatórios (Wang et al., 1998a; Wang et al., 1998b).

A modelagem de reservatórios tem sido realizada basicamente através de estudos geológicos (Fanha, 1995; Wang et al., 1998a), e geofísicos, utilizando basicamente a sísmica de alta resolução (Hardage et al., 1998; Wang et al., 1998b). Estudos recentes de utilização de GPR em sedimentos são prova da sua capacidade de produzir imagens de detalhe da sua estratigrafia (e.g., Davis e Annan, 1989). O método presta-se efetivamente ao estudo da estratigrafia de corpos aflorantes de sedimentos clásticos (McMechan et al., 1997). É de se esperar que o GPR venha a apresentar uma eficiência em um ambiente de rochas carbonáticas, comparável a que é possível obter em turbiditos.

Geologia da área em estudo

Na Bacia de Sergipe-Alagoas afloram seções sedimentares com exposições de corpos carbonáticos, em especial os associados a Formação Coqueiro Seco. Na Figura 1 ilustra-se uma seção estratigráfica típica da bacia no Estado de Alagoas. Observar que na porção terrestre, situada no noroeste do perfil, predominam os sedimentos da seção *rift* da bacia.

Na Formação Coqueiro Seco ocorrem freqüentemente bancos carbonáticos e coquinas, estes são identificados como o Membro Morro do Chaves. Os melhores afloramentos, para fins de estudos científicos, ocorrem em cortes de pedreiras na região em torno da cidade de Maceió. O levantamento GPR aqui descrito foi realizado em uma delas, na denominada Pedreira do Atol (Fig. 2), localizada no município de São Miguel dos Campos, Alagoas, distante cerca de 60 km da Capital Maceió.

A Pedreira do Atol possui três grandes cavas, duas delas (Sana Tereza e São Sebastião) foram abandonadas e atualmente encontram-se parcialmente submersas. A terceira cava, São Miguel, encontra-se em produção. Nesta cava é que foi realizado o levantamento GPR (identificado como LG na Figura 2). As principais unidades litológicas na área investigada são coquinas com folhelhos fossilíferos na base e folhelhos e siltitos com intercalações carbonáticas no topo.

Levantamento de campo

O Radar de Penetração do Solo GPR (*Ground Penetrating Radar*), é um método eletromagnético que emprega ondas de rádio entre 1 MHz e 1 GHz para adquirir informações relacionadas à subsuperfície. O método baseia-se na reflexão das ondas eletromagnéticas em estruturas e feições anômalas geológicas presentes em subsuperfície. Estas ondas são emitidas por uma antena transmissora e captadas por uma antena receptora, ambas na superfície do terreno.

A técnica GPR, está bem estabelecida, sendo largamente utilizada em geofísica, em aplicações em engenharia, geotecnia e meio-ambiente. O método GPR é

reconhecidamente efetivo no estudo da estratigrafia desses sedimentos (McMechan et al., 1997). Como descrever a técnica GPR está muito além do que é possível no presente trabalho, referimos o leitor à literatura especializada (Annan e Cosway, 1992; Daniels, 1996; Davis & Annan, 1989; Fisher et al, 1992).

Os levantamentos GPR são realizados com *offset* fixo ou variável (WARR, CMP), este último importante na estimativa da velocidade de propagação das ondas no meio. A estimativa correta da velocidade é fundamental na conversão do tempo duplo (TWT) em profundidade.

A aquisição dos dados GPR foi realizada em agosto de 2002 em uma mina a céu aberto: a Pedreira do Atol. Os perfis foram realizados em quatro níveis diferentes da mina, conforme mostra a Figura 3. Utilizou-se um Pulse Ekko 100 da Sensors & Software, com antenas de 100 MHz e pulser de 1000 V. As antenas foram transportadas à mão ao longo dos perfis, em uma configuração broadside perpendicular, com *offset* fixo de 0.8 m. A Figura 3 mostra os perfis no plano XZ, projeção da face leste de lavra. Este trabalho concentra-se em 4 perfis realizados na frente de lavra, Figura 5.

Os perfis fixed-offset foram complementados por 4 perfis CMP, um para cada nível. Deste modo foram estimadas velocidades em todos os níveis. No caso dos CMP's partiu-se de uma separação inicial de antenas de 0.8 m, aumentando progressivamente em passos de 0.2 m.

Discussões

A Figura 5 mostra a seção GPR do perfil REF6. Esta seção foi filtrada passa-banda e aplicado ganho AGC. Não utilizamos migração de modo a ressaltar o caráter caótico da assinatura GPR das coquinas.

É possível identificar 4 níveis de refletores no perfil P4. A Figura 6 mostra esquematicamente os níveis encontrados:

- Nível A, refletores sub-horizontais;
- Nível B, Refletores truncados, provável ocorrência de camadas de folhelhos;
- Nível C, zona de difratores, provavelmente associados às coquinas e
- Nível D, estrutura mais profunda.

Agradecimentos

suporte financeiro ao levantamento de campo foi fornecido pelo convenio PADCT/ CTPETRO/ FINEP/ UERJ/FINEP 64.0003.83.00. Os autores agradecem o suporte dado pela Cia Cimento do Atol durante a realização dos trabalhos de camp. LSF agradece bolsa de estudos CAPES.

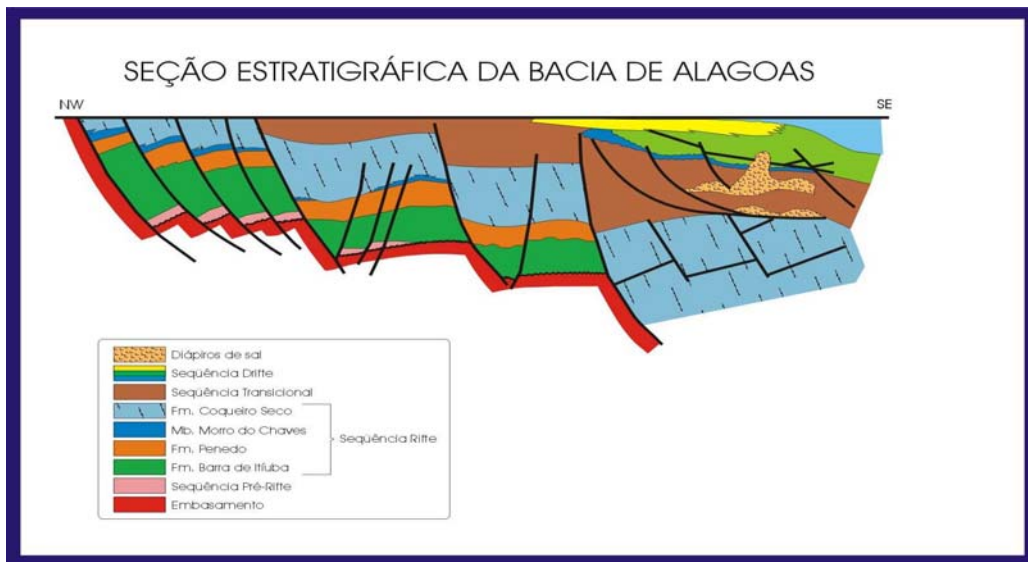


Figura 1-Seção Estratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas, a área de interesse no presente trabalho está localizada na porção NW do perfil, onde afloram os sedimentos da Formação Coqueiro Seco.

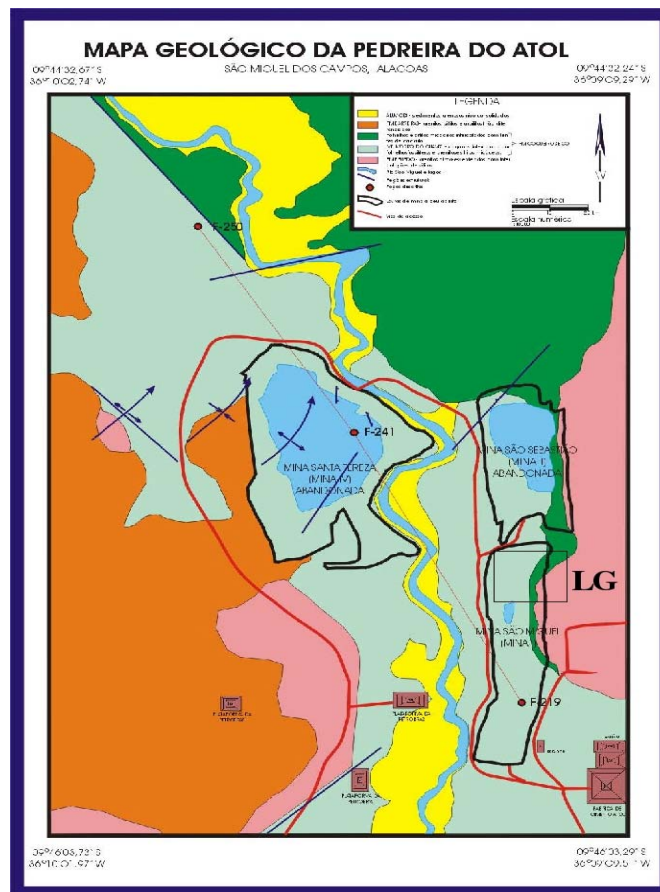


Figura 2-Pedreira do Atol, São Miguel dos Campos (AL). O quadrado identificado como LG identifica a localização do levantamento GPR



Figura 3-Visão da parede leste da Mina de São Miguel. Cinco níveis de bancada (0 a 4). Folhelhos predominam no nível 4. A medida que se desce na estratigrafia aumenta o conteúdo de carbonatos. Níveis de coquinas são encontrados no nível 1 e abaixo do nível 0.

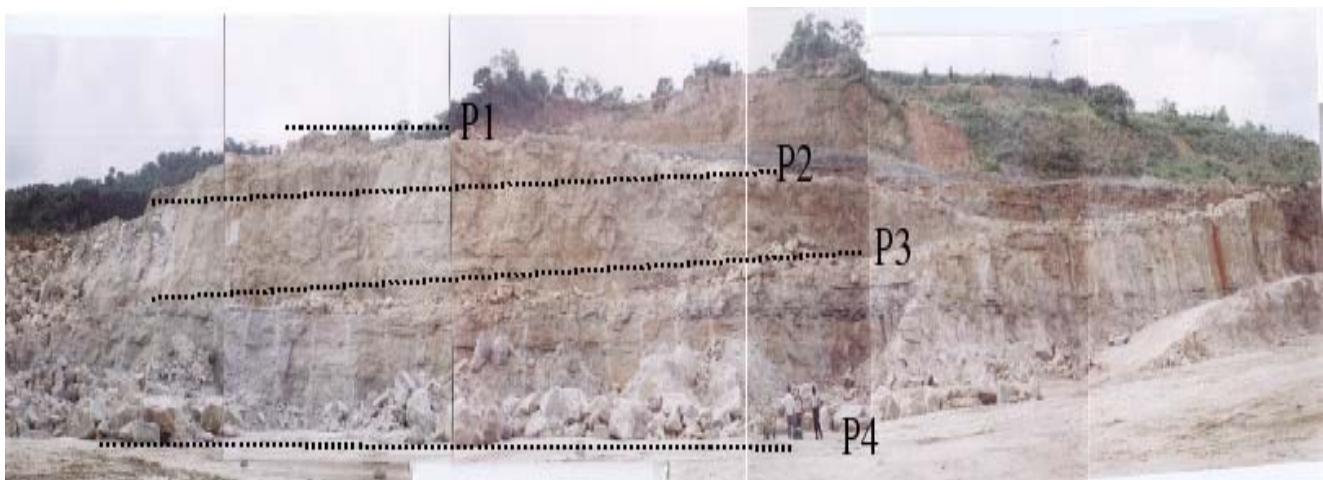


Figura 4-Posição dos quatro perfis GPR adquiridos na Mina São Miguel, P1 a P4, um em cada nível estratigráfico determinado pela bancada.

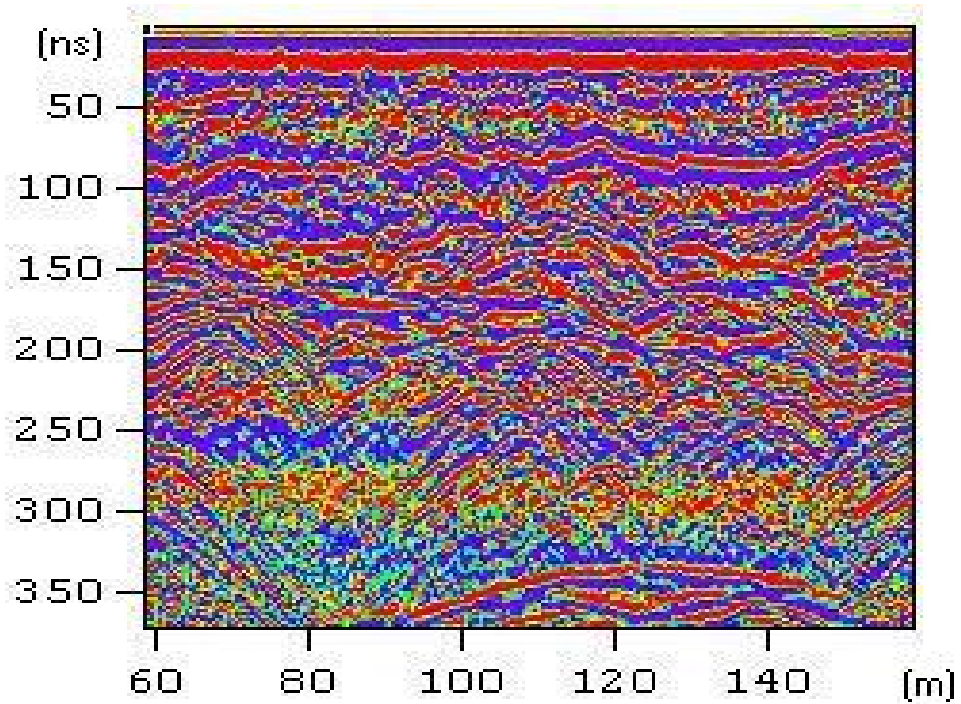


Figura 5. Radargrama do Perfil P4.

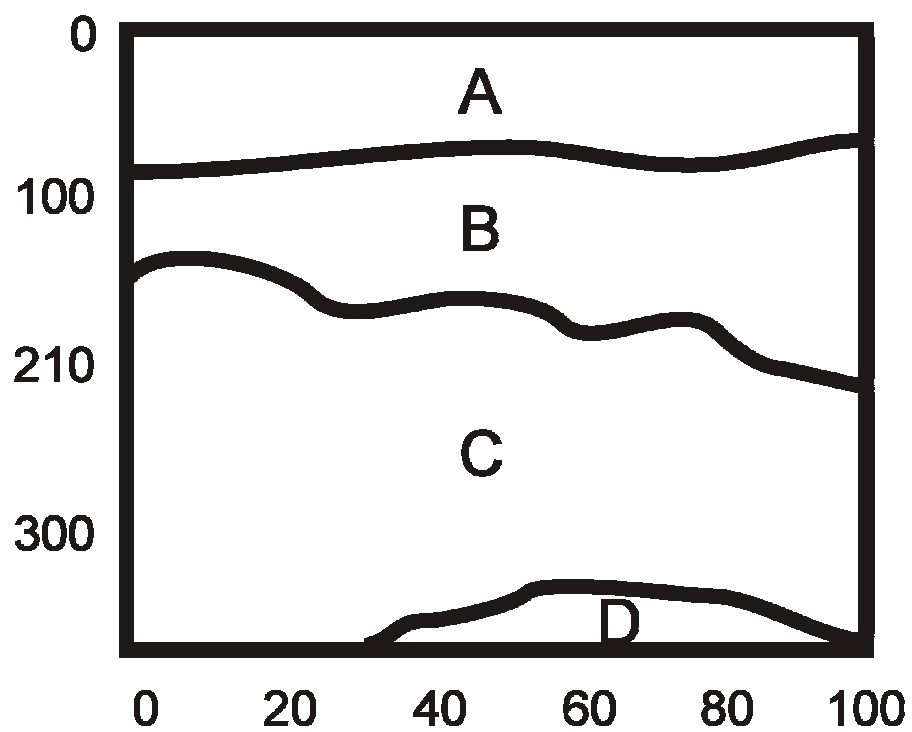


Figura 6. Interpretação simplificada do Perfil P4.

Referencias

- Annan, A.P. & Cosway, S.W., 1992, Ground Penetrating Radar Survey, Design, Annual Meeting of SAGEEP, Chicago, April, 26-29.
- Brunh, C.H.L 1994, Estratigrafia de alta resolução, geometria de reservatório e caracterização faciologica de turbiditos cretácicos e terciários de bacias brasileiras de margem passiva. Boletim Geociências da PETROBRAS, 9, 2, 408.
- Ceia, M., Carrasquilla, A., Travassos, J.M., 2001, Levantamento GPR em afloramentos turbidíticos da Bacia de Almada-BA, (a ser apresentado no) 7º Congresso da SBGf, Salvador, outubro de 2001.
- Daniels, D.J., 1996. Surface-Penetrating Radar. IEE, London, UK, 300p.
- Davis, J.L.; Annan, A.P. 1989, Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. Geophysical Prospecting, 37, 351-551.
- Fanha, A.B. 1995, Caracterização de reservatório por meio de técnicas estatísticas multivariadas e modelagem estocástica no campo de baixa do algodão, Bacia Potiguar. Boletim Geociências da PETROBRAS, 9, 2, 324-325.
- Fisher, E., McMechan, G.A., & Annan, A.P., 1992, Acquisition and Processing of wide-aperture Ground Penetrating Radar data, Geophysics, v.57, n.3, p. 495-504.
- Grant, F.S.; West, G.F., 1965, Interpretation Theory in Applied Geophysics, McGraw-Hill, New York.
- Hardage, B.A.; Pendleton, V.M.; Simmons Jr., J.L.; Stubbs, B.A.; Uszinski, B.J. 1998, 3-D instantaneous frequency used as a coherence continuity parameter to interpret reservoir compartment boundaries across an area of complex turbidite deposition. Geophysics, 63, 1520-1531.
- Lana, M.C., 1990, Bacia de Sergipe-Alagoas: uma hipótese de evolução tectono-sedimentar, in: Origem e Evolução de Bacias Sedimentares, G.P.R. Gabaglia e E.J. Milani, Petrobras, 311-332.
- McMechan, G.A., Gaynor, G.C., and Szerbiak, R.B., 1997, Use of ground-penetrating radar for 3-D sedimentological characterization of clastic reservoir analogs. Geophysics, 62, 786-796.
- Telford, W.M, Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys, D.A., 1990, Applied Geophysics, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge.
- Wang, F.P; Lucia, F.J; Kerans, C. 1998a, Modeling dolomitized carbonate ramp reservoirs: A case study of the semihole San Andres unit- Part I, petrophysical and geologic characterizations. Geophysics, 63, 1866-1875.
- Wang, F.P.; Dai, J.; Kerans, C. 1998b, Modeling dolomitized carbonate ramp reservoirs: A case study of the semihole San Andres unit- Part II, seismic modeling, reservoir statistics, and reservoir simulation. Geophysics, 63, 1876-1884.
- Young, R. A. and Sun, J., 1999, Revealing stratigraphy in ground-penetrating radar using domain filtering, Geophysics, 64, 435-442.