



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Faculdade de Geologia

Patrícia Takayama


Modelagem geofísica 3d de dados gpr em análogos a reservatórios carbonáticos com a utilização de atributos geométricos: estudo de caso na formação Coqueiro Seco, Bacia de Sergipe-Alagoas

Rio de Janeiro

2008

Patrícia Takayama

Modelagem geofísica 3d de dados gpr em análogos a reservatórios carbonáticos com a utilização de atributos geométricos: estudo de caso na formação Coqueiro Seco, Bacia de Sergipe-Alagoas



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof^o. Dr. Paulo de Tarso Luiz Menezes

Rio de Janeiro

2008

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CTC/C

T136 Takayama, Patricia.
Modelagem geofísica 3D de dados GPR em análogos a reservatórios carbonáticos com a utilização de atributos geométricos : estudo de caso na formação Coqueiro Seco, Bacia de Sergipe-Alagoas.- 2008.
70 f. : il. color.

Orientador: Paulo de Tarso Luiz Menezes.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia.

1. Geofísica - Teses. 2. Modelagem geológica - Teses. 3. Carbonatos – Teses. I. Menezes, Paulo de Tarso Luiz. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia. III. Título.

CDU 550.8

Patrícia Takayama

Modelagem geofísica 3d de dados gpr em análogos a reservatórios carbonáticos com a utilização de atributos geométricos: estudo de caso na formação Coqueiro Seco, Bacia de Sergipe-Alagoas

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 18 de dezembro de 2008.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Paulo de Tarso Luiz Menezes (Orientador)
Faculdade de Geologia da UERJ

Prof. Dr. Miguel Ângelo Mane
Faculdade de Geologia da UERJ

Prof^ª. Dr^ª. Maria Silvia Carvalho Barbosa
Departamento de Geologia da UFOP

Rio de Janeiro

2008

DEDICATÓRIA

À minha amada família, Pai, Mãe, Renata, Priscila e Christopher, pela presença constante em minha vida

AGRADECIMENTOS

Aos amados Papai e Mamãe pelo amor e perseverança, e por terem me transformado em quem eu sou!

Às minhas queridas irmãs, Renata e Priscila, pela amizade e carinho de todos os momentos.

Ao meu amor, Christopher, pelo incentivo, discussões técnicas e compreensão nas inúmeras vezes em que tive que me ausentar em função da dissertação.

Ao meu orientador Paulo, pela dedicação, paciência e por sempre estar disposto para me ensinar ou aconselhar!

À Landmark, representada pelo meu gerente e amigo, CH, pela amizade, autorização na utilização do software, compreensão e empenho em sempre me ajudar.

Ao Alexandre Valente pelo auxílio durante a instalação do sistema operacional e ao Bill Keach pelas valiosas dicas para manuseio dos dados.

Ao pessoal da secretaria da Pós-Graduação da Faculdade de Geologia da UERJ, Edna e Diogo, pelo sempre pronto auxílio.

Aos queridos amigos, Tuti, Thiago e Gil, por me auxiliarem inúmeras vezes durante a execução deste trabalho.

*“O verdadeiro momento do nascimento é quando
lançamos um olhar inteligente sobre nós mesmos...”*

RESUMO

TAKAYAMA, Patricia. *Modelagem geofísica 3D de dados GPR em análogos a reservatórios carbonáticos com a utilização de atributos geométricos: estudo de caso na formação Coqueiro Seco, Bacia de Sergipe-Alagoas*. Rio de Janeiro, 2008. 70f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

As recentes descobertas de reservas petrolíferas em reservatórios carbonáticos tem aumentado o interesse neste tipo de reservatório. Entretanto, a escassez em informações a respeito deste tipo de sistema tem motivado a intensificação nos estudos para melhor entendimento dos mesmos. Um dos temas mais importantes envolve a modelagem da arquitetura do sistema poroso, pois através da modelagem que se extraem parâmetros importantes, tais como porosidade e geometria dos reservatórios, que influenciam nas reservas e na produção de petróleo. A proposta do presente trabalho é realizar a modelagem das rochas carbonáticas do Membro Morro do Chaves (Formação Coqueiro Seco), considerados análogos aos reservatórios carbonáticos da Formação Lagoa Feia, Bacia de Campos. Esta modelagem foi realizada a partir de um levantamento GPR 3D composto por linhas fixed-offset na Pedreira do Atol (AL). O volume/cubo 3D resultante foi interpretado com a utilização das metodologias radar-estratigráfica e atributos sísmicos DIP e Coerência. A interpretação radar-estratigráfica permitiu a caracterização de sete unidades litoestratigráficas, cada qual representada por sua assinatura geofísica. O atributo sísmico DIP auxilia na individualização das unidades lito-estratigráficas e na determinação do mergulho dos refletores. Através da integração desta interpretação e das informações já publicadas sobre esta área foi possível corroborar a interpretação dos diversos litotipos mapeados na Pedreira bem como o ambiente deposicional associado. Através do atributo Coerência foi possível interpretar as zonas descontínuas dentro do volume GPR. Estas foram associadas a falhas ou fraturas nas rochas, que constitui informação primordial na definição da porosidade e permeabilidade das rochas estudadas. O rumo das falhas mapeadas é coincidente com o arcabouço estrutural regional do embasamento na região. Uma possível interpretação é a de que essas falhas do embasamento possam ter atuado como fatores condicionantes na sedimentação das coquinas.

Palavras-chave: Geofísica. GPR. Reservatórios. Atributos.

ABSTRACT

Recent petroleum reserves discoveries in carbonates reservoirs have increased the interest in this kind of reservoir. However, deficit information about this kind of system has motivating new researches to reach best understanding about this subject. Modeling of architecture in a porous system is an example of this research, because through modeling is possible to extract important parameters, such as porosity and geometry of reservoirs, which have influence on petroleum reserves and production. The purpose of the present work is modeling the Morro do Chaves Member (Coqueiro Seco Formation) carbonate reservoir, which could be used like an analogue to Lagoa Feia Formation carbonate reservoir, located in Campos Basin. The present modeling was realized from acquisition of 3D GPR composed by fixed-offset lines in Pedreira do Atol, located in Alagoas State. The 3D volume was interpreted applying radar-stratigraphic methodology and seismic attributes (DIP and Coherence). These methodologies allowed characterize seven lithostratigraphic units, each one represented by its geophysics signature. The seismic attribute DIP helps to discriminate lithostratigraphic units and to determine reflectors dip. Through integration of present interpretation and published data of this area was possible to be sure about mapped sequences and associated depositional environment. Coherence attribute turned possible to interpret incoherence zones inside of 3D GPR volume. These incoherencies were associated to faults or fractures on the rocks. This information is very important to estimate porosity and permeability of rocks in this area. The strike's mapped rocks are coincident to basement's regional structural framework. One possible interpretation is that these basement faults could have acted as conditioning factors during coquinas sedimentation.

Keywords: Geophysics. GPR. Reservoirs. Attributes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.1: Mapa de localização do Brasil, estado de Alagoas.....	14
Figura 2.1.1: Carta estratigráfica da sub-bacia de Alagoas	15
Figura 2.1.2: Arcabouço estrutural generalizado da bacia de Sergipe-Alagoas.....	17
Figura 2.1.3: Correlação entre as estruturas teóricas (cisalhamento simples, criada por um binário N45E) e estruturas da bacia	18
Figura 2.2.1: Visão da exposição leste da Mina de São Miguel – Pedreira do Atol	20
Figura 2.2.2: Fotografia de detalhes das coquinas do Membro Morro do Chaves.....	21
Figura 2.2.3: (A) Fotografia das coquinas da Formação Lagoa Feia (Bacia de Campos) e (B) Microfotografia da coquina com óleo residual entre as conchas de bivalvos	21
Figura 2.2.4: Classificação de rochas carbonáticas segundo Dunham.....	22
Figura 2.2.5: Modelo de sucessão de fácies esquemático	23
Figura 2.2.6: Modelo evolutivo da deposição dos carbonatos lacustres do Membro Morro do Chaves	24
Figura 2.2.7: Estereograma das medições de falhas e fraturas nas coquinas na região da Pedreira do Atol	25
Figura 2.2.1.1: Ciclo de vida de sistema carbonático.....	26
Figura 2.2.1.2: Crescimento populacional em relação ao tempo, indicando as fases “start-up”, “catch-up” e “keep-up”	27
Figura 2.2.1.3: Associação de fácies de coquinas	28
Figura 3.1: Aquisição fixed-offset das linhas GPR.....	30
Figura 3.2: Mapa de localização das linhas GPR no projeto de interpretação.....	31
Figura 4.1: Fluxograma do processamento de dados GPR visando a visualização/interpretação dos dados	32
Figura 4.2.1: Radargrama bruto de perfil GPR com 100 m de extensão e janela de tempo de -24 a 370 s	33
Figura 4.2.2.1: Radargrama bruto de perfil GPR mostrando traços com diferentes tempo zero.....	34
Figura 4.2.2.2: Radargrama da Figura 4.3 após ajuste timezero, janela de tempo de 0 a 250 s	35
Figura 4.2.4.1: Espectro de amplitude para os dados GPR coletados na Pedreira São Miguel.....	36
Figura 4.2.4.2: Espectro de amplitude, após filtragem passa-banda, para os dados GPR coletados na Pedreira São Miguel	37
Figura 4.2.5.1: Radargrama após aplicação de ganho da Figura 4.2.1, com 100 m de extensão e janela de tempo de 0 a 250 ns.....	38
Figura 4.2.6.1– Gráfico de Análise CMP feito nos dados CMP coletado ao longo do nível 0 onde se concentram as coquinas	39
Figura 4.2.8.1: Mapa de localização das inlines 11 e 18.....	41
Figura 4.2.8.2: Seção convertida em profundidade da inline 11	41
Figura 4.2.8.3: Seção convertida em profundidade da inline 18	42
Figura 4.3.2.1: Inline 30 com volume amostrado em 0.8 ms (à esquerda) e 1.0 ms	43
Figura 4.3.2.1: Imagens da inline 11 sem interpretação, interpretada e com ilustração	

das características de cada sequência.....	45
Figura 4.3.2.2: Imagens da inline 30 também sem interpretação, interpretada e com ilustração das características de cada sequência	46
Figura 4.3.2.3: Imagem do cubo GPR 3D com identificação das sequências as quais foram interpretadas utilizando o critério aplicado para a individualização das mesmas	47
Figura 4.3.3.1: Nomenclatura utilizada para definir o vetor dip matematicamente, geologicamente ou sismicamente	48
Figura 4.3.3.2: Diagrama esquemático mostrando uma pesquisa 2D baseado na estimativa de coerência	49
Figura 4.3.3.3: Diagrama esquemático mostrando uma verificação 3D baseado na estimativa de coerência	50
Figura 4.3.4.1: Exemplos de variações laterais em formas de ondas sísmicas	52
Figura 4.3.4.2: Janela de análise espacial (ou multi-traço) comumente utilizada nos cálculos de coerência.....	53
Figura 4.3.4.3: Diagrama esquemático com os passos aplicados na estimativa de coerência utilizando o algoritmo eigenstructure.....	55
Figura 4.3.4.4: Volume de coerência calculado com a utilização do algoritmo eigenstructure.....	56
Figura 4.3.4.5: Falhas NE-SW e N-S, na sequência A, interpretadas no volume de coerência.....	57
Figura 4.3.4.6: Volume de coerência na região da sequência B e C.....	58
Figura 5.1.1: Imagens utilizadas para construir analogia entre as sequências caracterizadas em afloramento e interpretadas no volume GPR deste trabalho	61
Figura 5.2.1: Semelhança no padrão estrutural do arcabouço regional na região da Plataforma de São Miguel dos Campos (painel esquerdo) (modificado de Lana, 1990) com a interpretação estrutural do Membro Coqueiro Seco (painel direito)	63
Figura 5.3.1: Volume de coerência com falhas NE-SW e N-S interpretadas na área de estudo.....	64
Figura 5.3.2: Disposição das sequências ao longo do volume 3D	65

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	13
1.1 - Apresentação do Estudo e Objetivos	13
1.2 – Localização da área do trabalho	14
1.3 – Metodologia	14
2 - GEOLOGIA DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS.....	14
2.1 - Estratigrafia e Evolução Tectono-Sedimentar	14
2.2 - Ambiente Geológico da Formação Coqueiro Seco.....	19
2.2.1 - Estratigrafia de Sequências para Carbonatos.....	25
3 – AQUISIÇÃO	30
4- PROCESSAMENTO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS GPR	32
4.1 – Processamento	32
4.2 – Etapas de Processamento	33
4.2.1 - Carregamento dos Dados.....	33
4.2.2 - Pré Processamento ou Edição.....	33
4.2.3 - Dewow.....	35
4.2.4 - Análise Espectral-Filtragem Passa Banda	36
4.2.5 – Ganhos	37
4.2.6 - Análise de Velocidade.....	38
4.2.7 - Migração e Deconvolução	40
4.2.8 - Conversão tempo versus profundidade	40
4.3 - Visualização e Interpretação dos dados GPR	42
4.3.1 - Visualização dos dados 3D.....	42
4.3.2 - Interpretação dos dados GPR.....	43
4.3.3 - Dip.....	47
4.3.4 - Coerência (Structure Cube 3D).....	51
5 - MODELAGEM GEOFÍSICA.....	59
5.1 - Caracterização das Sequências de Fácies.....	59
5.2 - Caracterização do arcabouço estrutural	62
5.3 - Integração dos resultados	62
6 - CONCLUSÕES.....	66
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68