



Estudo de modelos de Físicas das Rochas para caracterização do Hidrato de Gás na Bacia de Pelotas.

Pedro Cabrera², Elionardo Moraes^{1,2}, Marco Cetale¹.

¹Universidade Federal Fluminense, ²Geonunes Ltda.

Copyright 2011, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 12th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 15-18, 2011.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 12th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent 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

The interest about the gas hydrates is as much potential as a source of energy or environmental importance. Its detection and quantification are broadly disseminated in academy, but there is still substantial disagreement as to the microscopic organization of the hydrate, ie which model really apply.

This paper aims to compare the various distribution models of gas hydrate bodies in the seabed found in the literature and apply them to the geological reality of the occurrence of the Pelotas Basin.

We observed that the proposed models A and B are the ones that best approximate the actual results observed for BSR: a reflector strongly marked by a large impedance contrast with reversed polarity in relation to the seabed.

Introduction

Os hidratos de gás, ou do latim *clatratos* (gaiola), caracterizam-se como estruturas cristalinas compostas por moléculas de água em estado sólido e por gases com peso molecular pequeno. As moléculas de água são responsáveis pela formação de uma estrutura cristalina que possibilita o aprisionamento de moléculas de gás, como metano e dióxido de carbono, no interior da estrutura (Sloan, 1998).

O interesse acerca dos hidratos de gás reside tanto em seu potencial como fonte de energia ou na sua importância ambiental. Sua detecção e quantificação estão largamente difundidas no meio acadêmico, porém ainda há grande divergência quanto à organização microscópica do hidrato, ou seja, qual modelo realmente aplicar.

A principal forma de detecção em larga escala dos hidratos de gás é a sísmica de reflexão, aonde é analisado um padrão sísmico principal na identificação deste: o BSR (*Bottom Simulating Reflection*). No Cone do Rio Grande, às ocorrências dos hidratos de gás estão associadas principalmente ao BSR. O BSR caracteriza-se por ser um refletor paralelo ao fundo marinho com um coeficiente de reflexão negativo causado pelo contraste de impedância acústica entre a zona de estabilidade dos hidratos de gás (alta velocidade) e a região sotoposta, de baixa velocidade.

A espessura da zona de estabilidade de hidratos de gás na margem continental é controlada pela pressão hidrostática e pelo gradiente de temperatura que existe dentro dos sedimentos.

Este trabalho visa confrontar os vários modelos de distribuição dos corpos de hidratos de gás no subsolo marinho encontrados na bibliografia e aplicá-los a realidade geológica da ocorrência da Bacia de Pelotas.

Method

Foram desenvolvidos três modelos de configuração estruturais para hidratos de gás na Bacia de Pelotas utilizando os conceitos de Física das Rochas, especificamente a teoria dos meios efetivos.

Modelo A: Hidrato de Gás como cimento – partindo do princípio que o hidrato de gás se comporta como cimento na composição desta rocha, foram utilizadas as relações de (Dvorkin and Nur, 1996) para o cálculo dos módulos elásticos efetivos para rocha seca. Para os módulos elásticos do grão foram utilizadas as médias de Voigt-Reuss-Hill. Na tabela 1 estão listados os parâmetros utilizados na modelagem. Neste modelo o hidrato faz parte da matriz e uma vez calculados os módulos elásticos para rocha seca e grão (argila, quartzo e hidrato de gás) utilizou-se as relações de Gassman para o cálculo dos módulos da rocha saturada, no presente contexto a rocha foi saturada inteiramente por salmoura.

Modelo B: Hidrato de Gás como conteúdo de poro – neste modelo o hidrato não faz parte da matriz da rocha, e sim participa em conjunto com a salmoura do conteúdo de fluido saturante da rocha. A modelagem parte do modelo de areia não cimentada de (Dvorkin and Nur, 1995) para o cálculo dos módulos elásticos da rocha seca. Para o cálculo dos módulos elásticos do grão foram novamente utilizadas as médias de Voigt-Reuss-Hill, assim como também para o cálculo dos módulos elásticos do fluido (hidrato de gás + salmoura). Os dados utilizados estão dispostos na tabela 2.

Modelo C: Hidrato como corpo segregado no folhelho – neste modelo busca-se construir um modelo de folhelho independente do hidrato de gás. Utilizamos a formulação para areias não cimentadas para o cálculo da rocha seca, as médias de Voigt-Reuss-Hill (argila + quartzo) para por fim saturar a rocha com salmoura. Em seguida utilizando as relações de Hashin-Shtrikman (low bounds) acrescenta-se o conteúdo de hidrato de gás na mistura. Os dados utilizados estão dispostos na tabela 3.

Calculados os módulos elásticos, para cada modelo foram calculadas as velocidades compressional e cisalhante bem como a densidade resultante das rochas. O modelo de fácies foi desenvolvido no software RocDok

da empresa IkonScience utilizando os recursos do módulo “Scenario” e modelagem de “AVO”.

Results

Abaixo estão os resultados das seções empilhadas (Figura 3,4,5) para cada modelo. Observamos que os modelos propostos A e B são os que melhor se aproximam dos resultados reais observados para o BSR: um refletor fortemente marcado por um contraste grande de impedância com polaridade invertida em relação ao fundo marinho. A análise se orientou para o domínio do CMP, nos gráficos de amplitude por ângulo, conforme as figuras 6,7,8:

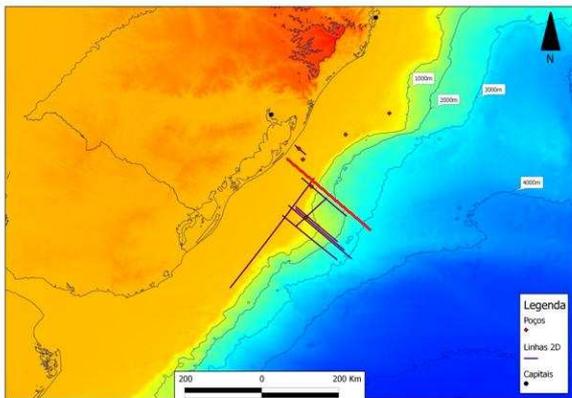


Figura 1: Em vermelho a linha 228-312 utilizada na pesquisa.

Conclusions

O objetivo do presente artigo foi introduzir os leitores no estudo preliminar acerca da modelagem do hidrato de gás dentro das considerações da Física das Rochas para o caso específico do hidrato de gás da Bacia de Pelotas. As modelagens empilhadas parecem sugerir que os modelos mais representativos para o hidrato da região seriam o modelo A e B. O passo seguinte da pesquisa é comparar os “Gatheres” reais com os modelados no intuito de ponderar sobre o modelo de física das rochas mais fiel ao hidrato em questão. De posse do melhor modelo podemos utilizá-lo para inferir atributos tais como saturação, além de nos permitir encontrar uma assinatura de AVO característica para o BSR.

Além disso, tentar, no futuro, explicitar as nuances geológicas percebidas por Fontana (1996), tais como a camada de folhelho (rica em gás) acima da camada contendo os hidratos de gás, tentar modelar esta peculiar ocorrência de baixíssima velocidade – segundo Fontana (1989) – os primeiros 100m abaixo do fundo marinho teriam velocidades da ordem dos 800 m/s.

Aknowledgments

Nós agradecemos a Ikon Science e a Geonunes Ltda por permitir o uso do software RocDok. Ao BDEP pela cessão dos dados sísmicos utilizados na pesquisa. Ao apoio e orientações do professor Marco Cetale.

References

- Ecker, C., J.(1998):** Sediments with gas hydrates: internal structure from seismic AVO. *Geophysics*, 63, 1659-1669.
- Fontana, R.L.(1989)** Evidências geofísicas da presença de Hidratos de gás na Bacia de Pelotas - Brasil. 1º Cong. Soc. Bras. Geofísica, V.1.
- Zhang, Z.(2008)** A rock physics model for hydrates bearing sediments of near surface - SEG Annual meeting

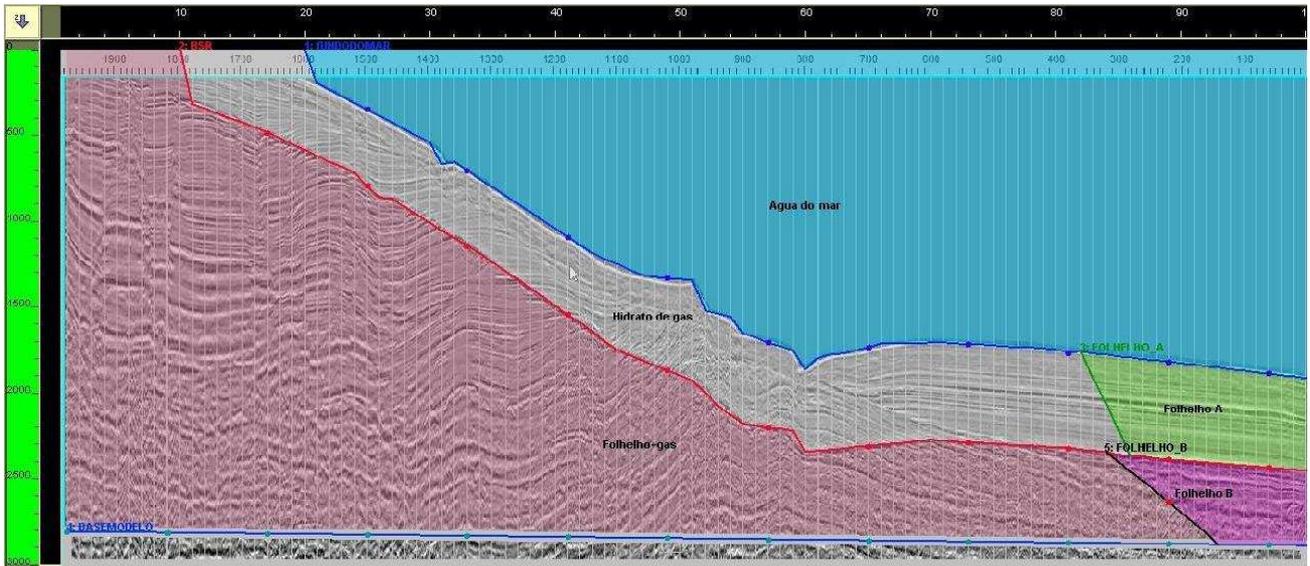


Figura 2: Modelo geológico de interfaces utilizado com a linha sísmica 228-312 em subplano.

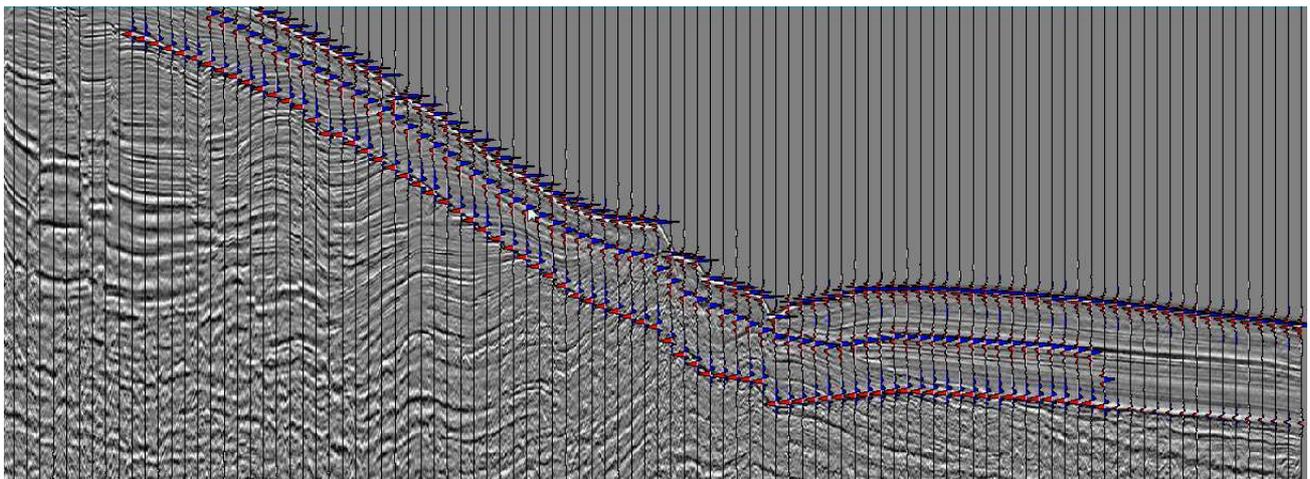


Figura 3:Secção empilhada Modelo A

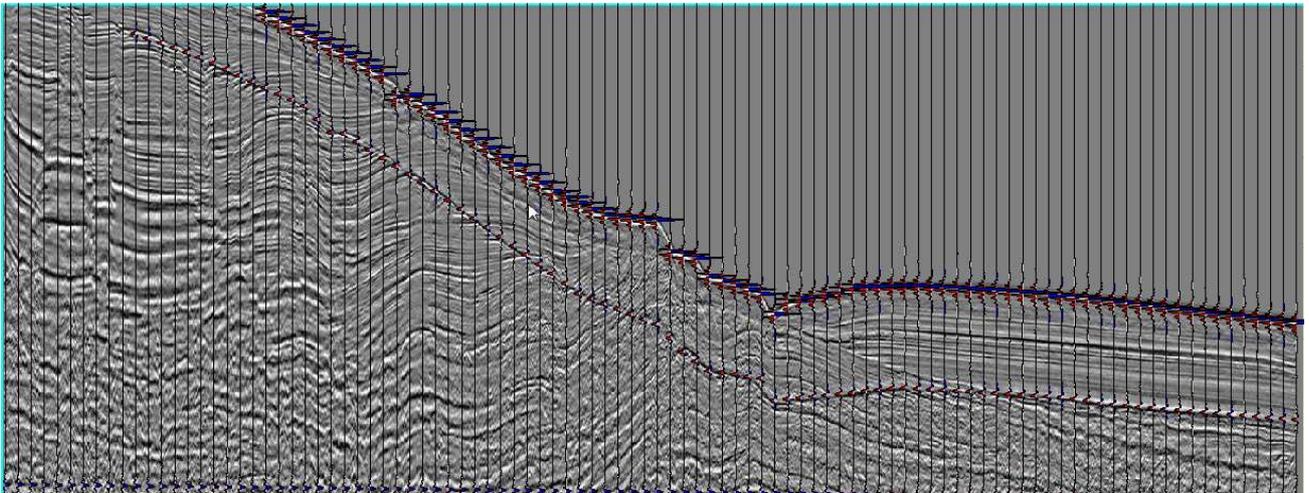


Figura 4:Secção empilhada Modelo B

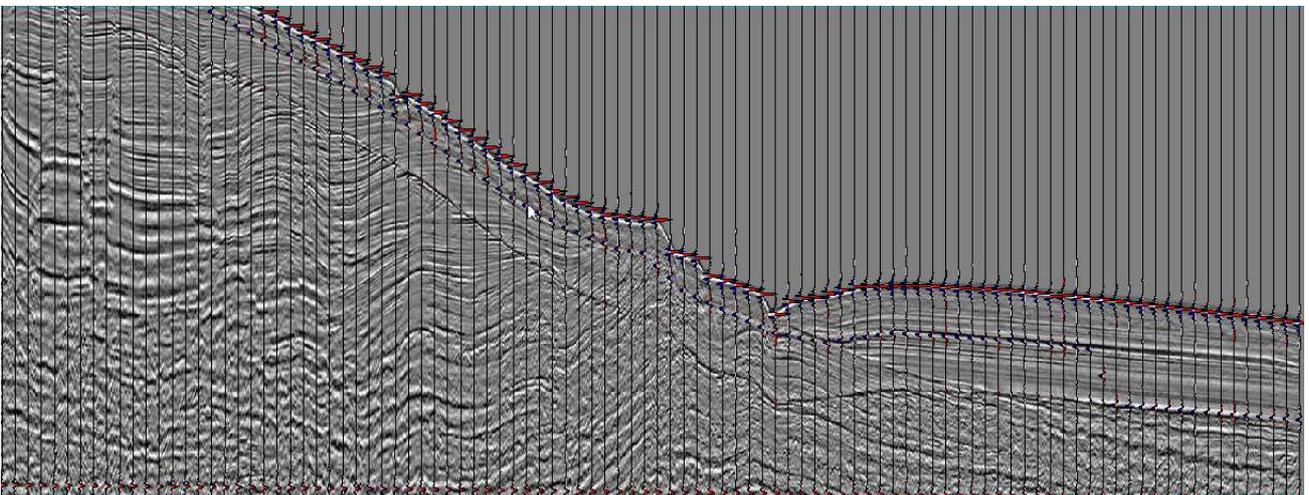


Figura 5:Secção empilhada Modelo C

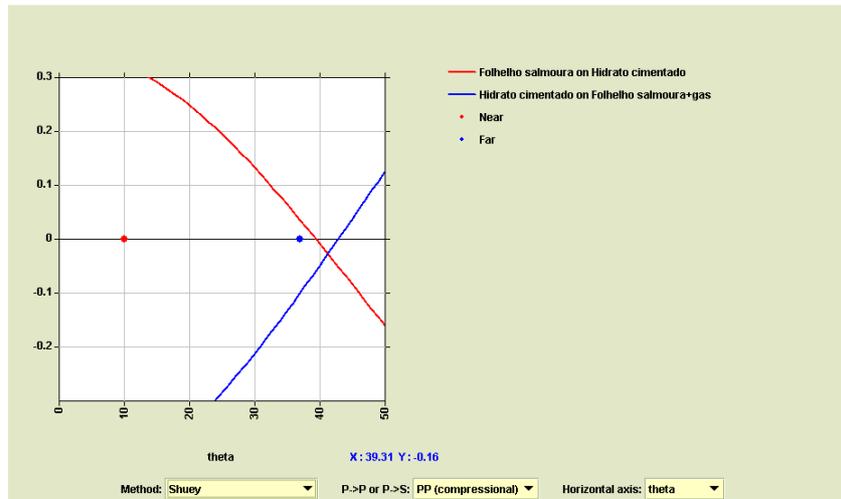


Figura 6: Modelo Cimentado

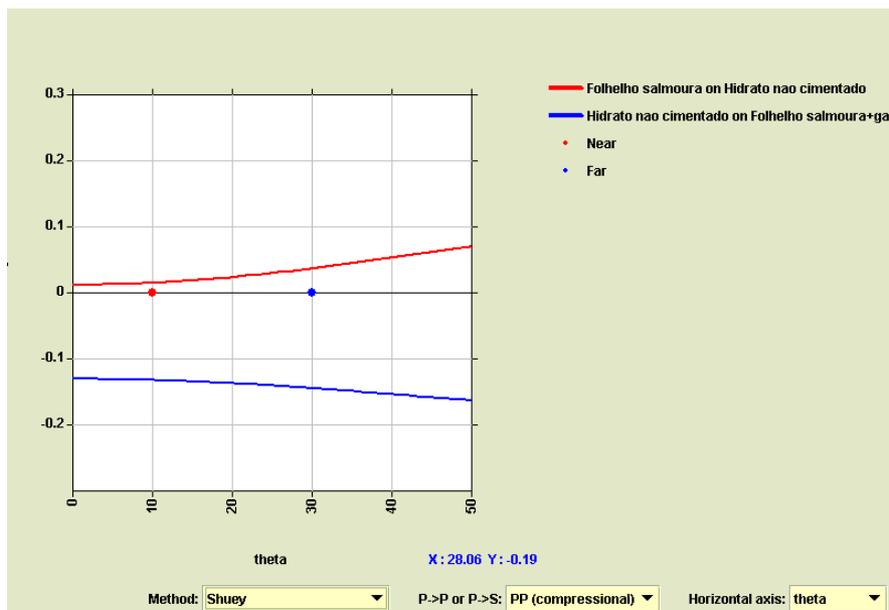


Figura 7: Modelo Não Cimentado

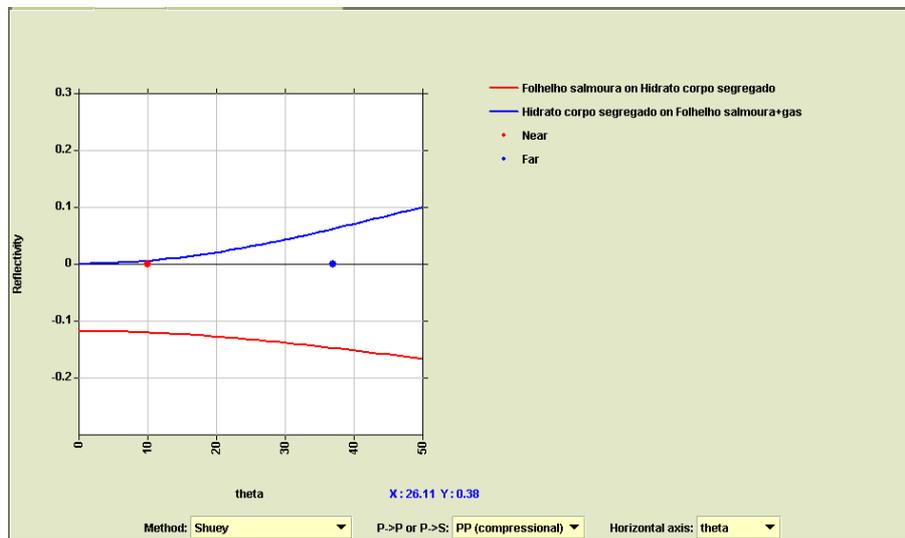


Figura 8: Modelo Segregado

Tabela dos Modelos				
Modelo	Grão	Porosidade	Saturação/Hidrato	Fluido Saturante
A* (Hidrato cimentado)	100% quartzo	30%	75%	100% salmoura
B (Hidrato não cimentado)	30% Quartzo + 70% Argila	60%	75%	75% Hidrato + 25% salmoura
C* (Hidrato como corpo segregado)	30% Quartzo + 70% Argila	60%	75%	100% salmoura

* Hidrato entra na composição da matriz por meio da média de Hill, expressa no texto

Tabela dos Parâmetros Elásticos			
Nome	Bulk modulus (GPa)	Shear modulus (Gpa)	Densidade (g/cc)
Hidrato	5,6	2,4	0,767
Quartzo	36	45	2,65
Argila	20,9	6,85	2,58
Salmoura	2,58	0	1,036
Metano	0,124	0	0,25

Litologias Utilizadas			
Litologia	Vp(m/s)	Vs(m/s)	Densidade(g/cc)
Hidrato não cimentado	2649	728	1,52
Hidrato como corpo segregado	2655	1180	1,17
Hidrato cimentado	3800	2300	2,11
Folhelho saturado com Salmoura + Gás	2189	671	1,42
Folhelho saturado com salmoura	2379	789	1,66