



Copyright 2005, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico Científico foi preparado para apresentação no 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, a ser realizado no período de 2 a 5 de outubro de 2005, em Salvador. Este Trabalho Técnico Científico foi selecionado e/ou revisado pela Comissão Científica, para apresentação no Evento. O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho será publicado nos Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás

IMAGENS 3D DE POÇOS PETROLÍFEROS

Lopes, L.F.¹, Santos, J. A.², Silva, R. M.

UFCG / CCT / DME, R. Aprígio Veloso, 882, 28109-970.
lauriclecio, jefferson, rosana@dme.ufcg.edu.br

Resumo – Este trabalho objetiva a geração de imagens 3D, que simulam poços petrolíferos, a partir de informações extraídas de perfis desses poços, obtidos da base de dados Campo Escola de Namorado, exploramos as características físicas contidas em cada profundidade. O estudo dessas características, amostradas nas rochas, permite a identificação das regiões que podem conter favorecem a presença de petróleo e as regiões com maior facilidade de extração deste fluido. Nas imagens de poços, em cada profundidade, essas características são identificadas pela variação de cores nos poços representados na cena 3D.

Palavras-Chave: petróleo, perfis, imagem tridimensional

Abstract – This work aims at the generation of images 3D, that they simulate oil-wells, starting from extracted information of profiles of those wells, obtained of the base of data Campo Escola de Namorado, we explored the physical characteristics contained in each depth. The study of those characteristics, samples in the rocks, allow the identification of the areas that they favor the presence of petroleum and the areas with larger easiness of extraction of this fluid. In the images of wells, in each depth, those characteristics are identified for the variation of colors in the wells represented in the scene 3D.

Keywords: petroleum, profiles, three-dimensional image.

¹: Ex-bolsista ANP/PRH-25

²: Bolsista ANP/PRH-25

1. Introdução

As pesquisas em reservatórios de petróleo e gás estão baseadas em vários métodos de exploração, os quais produzem uma grande quantidade de dados, geralmente de natureza complexa, que devem ser analisados e interpretados por profissionais da indústria do petróleo. Para a interpretação de alguns destes dados, esses profissionais estão buscando cada vez mais as facilidades oferecidas pela simulação de cenários geológicos, através das técnicas da visualização 3D, tanto na forma convencional, através de uma tela de computador, onde é permitida a manipulação das imagens, explorando o seu caráter tridimensional, como usando técnicas avançadas de realidade virtual, onde é utilizado o conceito de imersão dos usuários na cena.

Segundo Romeu (2000), Santos (2000) e Silva (1998) algumas das facilidades oferecidas pelo uso das técnicas de visualização no processo de exploração de petróleo são:

- a) Melhor comunicação e integração entre os membros de uma equipe, possibilitando a reunião em um mesmo ambiente de trabalho, profissionais das várias áreas envolvidas com a indústria do petróleo, gerando assim, melhor qualidade nas interpretações, o que leva a uma maior rapidez nas decisões;
- b) Auxílio na compreensão da região em que se supõe ter petróleo, ou seja, permite uma interpretação mais completa, mais rica e mais rápida da geometria externa e da arquitetura interna dos reservatórios;
- c) Possibilita o uso da sísmica 4D, que consiste na comparação de duas imagens 3D em diferentes tempos, cujo objetivo é identificar o movimento dos fluidos ao longo desse intervalo de tempo. Esta ferramenta é capaz de fornecer informações sobre a localização do óleo não varrido, proporcionar a redução de risco de acidente nas operações de restauração de poços, perfuração de poços de adensamento de malha e correção dos perfis de injeção e orientar quanto a revisão das quotas de injeção entre os poços, além de acompanhar e prever o desempenho dos poços.
- d) Aumento da produtividade, gerando assim, uma maior rentabilidade econômica, que é o objetivo final da indústria petrolífera;
- e) Aumento de produtividade na locação de dutos, já que a visualização apresenta graficamente os modelos tridimensionais do terreno, possibilitando aos técnicos escolherem os locais mais apropriados para tal locação.

Neste trabalho apresentamos um conjunto de imagens 3D, simulando poços petrolíferos do Campo de Namorado, destacando através da variação de cores, as propriedades físicas obtidas a partir de informações extraídas dos perfis desses poços.

2. Geração das Imagens

As informações contidas nos perfis de poços permitem a caracterização dos atributos de um poço, em relação à profundidade, ou seja, propriedades das rochas perfuradas, como resistividade elétrica, potencial eletroquímico natural, tempo de trânsito de ondas mecânicas, radioatividade natural ou induzida, entre outras.

Os dados analisados foram: profundidades, posição dos poços quanto a latitude e longitude e os perfis: raios gama, indução, neutrônico e densidade. Segundo Triggia (2001), podemos interpretar os perfis da seguinte maneira:

- a) *Raios Gama*: detecta a radioatividade total da formação geológica e é utilizado para a identificação da litologia, de minerais radioativos e para o cálculo do volume de argilas ou argilosidade.
- b) *Indução*: fornece a leitura aproximada da resistividade da rocha contendo hidrocarboneto.
- c) *Neutrônico*: medem a quantidade de nêutrons epitermais e/ou termiais da rocha. São utilizados para fazer estimativas de porosidade e detecção de hidrocarboneto ou gás.
- d) *Densidade*: Além da densidade das camadas das rochas, permite o cálculo da porosidade e a identificação das zonas de gás.

Para a geração das imagens fizemos as seguintes considerações¹, com relação as informações contidas nos perfis de cada poço amostrado:

- a) Utilizamos os dados de raios gama para determinação da litologia da rocha e da *linha base*, cujos valores consideramos pertencentes à faixa de 65 a 70. Desta forma, valores acima de 70, interpretamos como a existência de uma quantidade considerável de argila na rocha, o que não favorece à presença de petróleo. Valores abaixo de 45, interpretamos como arenito limpo, o que favorece à presença de petróleo. E valores entre 45 e 65, como arenito sujo.
- b) Os dados de indução foram utilizados para determinar os fluidos presentes nas regiões composta por arenito limpo e/ou sujo. Os valores, destes dados, abaixo de 9 indicam a ausência de petróleo ou a presença de água salgada; valores entre 9 e 15 indicam regiões com pouco indício de presença de petróleo; e valores acima de 15 indicam média e alta possibilidade da existência do petróleo.

¹: As considerações realizadas foram baseadas nas informações geológicas, as quais tivemos acesso nos mini-cursos promovidos pelo PRH-25.

- c) Os dados neutrônicos e de densidade foram utilizados para determinar a porosidade da rocha. Quando a diferença entre neutrônicos e densidade é menor que 10, temos rocha com baixa porosidade, isto é, alta dificuldade para a retirada do petróleo. Se a diferença estiver entre 10 e 20, dificuldade média; e acima de 20, temos grande porosidade, portanto rochas com dificuldade menor para a extração do petróleo.

3. As Imagens 3D

Geramos três imagens seqüenciadas, nas quais destacamos a argilosidade, a resistividade e a porosidade, propriedades necessárias para a determinação da presença de petróleo na rocha. A seguir apresentaremos mais duas imagens onde analisamos a resistividade e a porosidade, independentes da análise da argilosidade. Os nomes dos 20 poços petrolíferos utilizados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Poços petrolíferos utilizados para geração das imagens.

3NA 0004 RJS	3NA 0005A RJS	7NA 0007 RJS	7NA 0008D RJS	7NA 0009D RJS
7NA 0011A RJS	7NA 0010D RJS	7NA 0012 RJS	8NA 0014D RJS	7NA 0026D RJS
7NA 0015D RJS	7NA 0016D RJS	3NA 0017A RJS	8NA 0018D RJS	7NA 0025D RJS
3NA 0001A RJS	3NA 0002 RJS	3NA 0003 RJS	4RJS 0042 RJ	3NA 0003D

A Figura 1 exibe uma imagem onde somente a argilosidade da rocha é analisada. Nesta imagem, temos as seguintes interpretações: a cor branca indica que não existe medidas dos atributos nestas profundidades; a cor azul está representando as regiões com alto teor de argila (Raio Gama > 70), o que não favorece a presença de petróleo; a linha base das medidas do Raio Gama compreendida entre 65 e 70, está representada pela cor verde; as regiões representadas pela cor amarela são interpretadas como regiões sem argila (Raio Gama < 45), e pela cor vermelha, representando uma quantidade baixa de argila (Raios Gama entre 45 e 60), que possibilitam a existência de petróleo. Podemos observar que entre os poços ilustrados, existe uma grande quantidade de regiões que proporcionam a existência de petróleo, o que era esperado, pois a maioria dos poços é produtora de petróleo ou o contém.

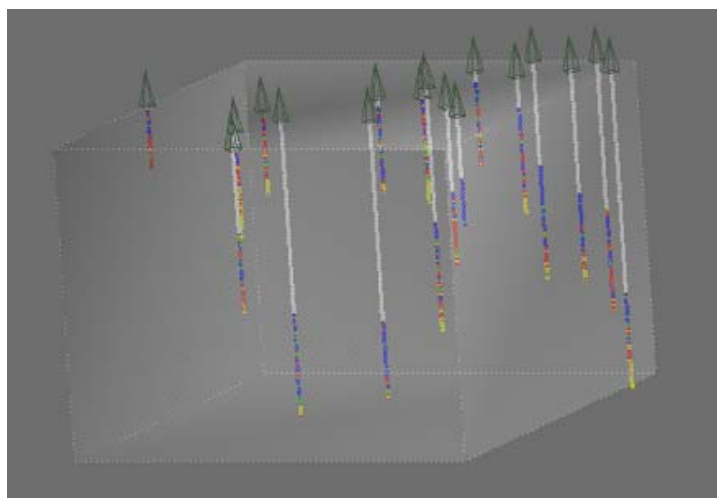


Figura 1. Estudo da Argilosidade

A imagem exibida na Figura 2 ilustra o comportamento da resistividade da rocha, no qual podemos concluir quais são os possíveis fluidos presentes na rocha. Como nosso objetivo é identificar e destacar quais regiões dos poços podem conter petróleo, analisamos a resistividade somente nas regiões onde há possibilidade de presença de petróleo (regiões com arenito). Desta forma, sua interpretação é dada da seguinte forma: a cor azul escuro ilustra as regiões que contêm alta quantidade de argila, sem a necessidade de analisar a resistividade; a região colorida de azul claro representa a linha base, também não analisamos a resistividade aqui; a cor verde significa que estes locais têm baixa resistividade (Dados de indução menor que 9), portanto não há indicação da presença de petróleo, já que o petróleo possui alta resistividade; as regiões em vermelho possuem medidas de indução entre 9 e 15, assim, existe baixo indícios de petróleo, enquanto que as regiões amarela apresentam medidas de indução maiores que 15, logo temos altas chances de encontrar petróleo nestes locais.

A última imagem desta seqüência, exibida na Figura 3, diz respeito à porosidade das rochas, propriedade que possibilita a presença de petróleo. Nas regiões representadas pelas cores preta, azul escuro e azul claro não foi realizada a análise da porosidade devido a falta de indicativo para a presença de petróleo. As regiões ilustradas com as cores verde, vermelho e amarelo, indicam baixa, média e alta porosidade, respectivamente. Os termos: baixa, média e alta

porosidade, significam que a rocha tem uma porosidade insuficiente, média e suficiente para indicar presença de petróleo. Podemos observar que entre as regiões analisadas percebemos claramente que a maioria delas apresenta uma boa porosidade, o que era esperado, pois quanto maior for a porosidade maior são as chances de encontrar petróleo.

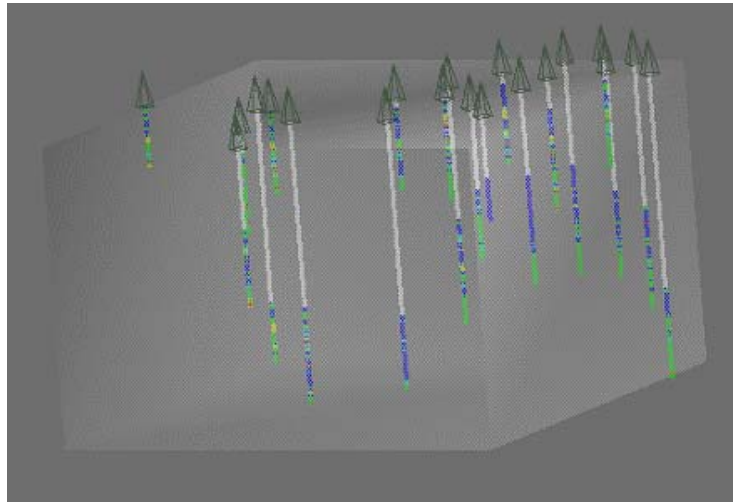


Figura 2. Estudo da resistividade em regiões pouco argilosas.

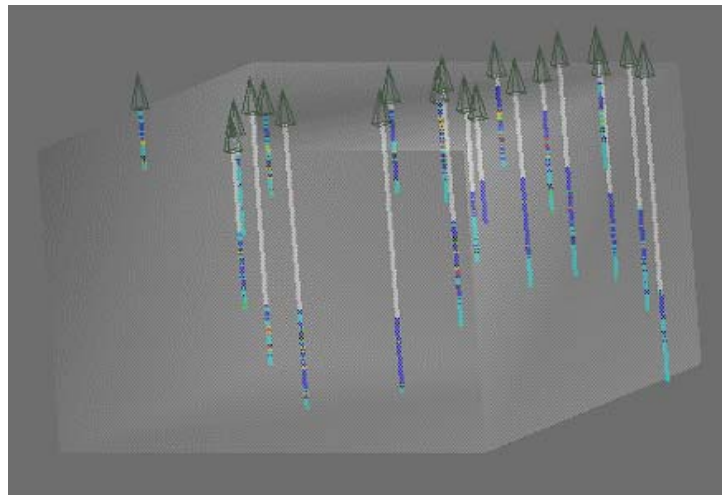


Figura 3. Estudo da porosidade nas regiões que apresentam indícios de encontrar petróleo.

As imagens, exibidas nas Figuras 4 e 5, ilustram a resistividade dos poços de uma forma global e a porosidade, respectivamente.

Na Figura 4 analisamos a resistividade dos poços independentemente da análise da argilosidade, como feito na Figura 2. Vemos que a maior parte das regiões apresenta baixa resistividade (cor verde), percebemos também que o número de regiões com resistividade alta (amarela) aumentou quando comparadas com a imagem dada na Figura 2, estas “novas” regiões são as regiões compostas por arenito e apresentam resistividade alta.

Na imagem exibida na Figura 5, analisamos a porosidade dos poços, sem a análise prévia das áreas que favorecem a existência de petróleo. Percebemos que a maior parte das áreas apresenta porosidade relativamente alta (cor amarela). As cores verde e vermelha significam baixa e média porosidade relativa as rochas que contém petróleo, respectivamente.

4. Comentários Finais

O programa utilizado para gerar as imagens tridimensionais, foi escrito em linguagem C e rodado na plataforma Linux, usando o pacote gráfico MESA (clone freeware do OpenGL).

Uma das dificuldades encontradas na realização deste trabalho foi a escolha da linha base para todos os poços utilizados, uma vez que o valor deste pode ser distinto para cada poço e até mesmo variável para o mesmo poço. Para superar esta dificuldade sugerimos como trabalho futuro implementar um algoritmo que contemple um estudo mais criterioso na determinação da linha base de cada poço.

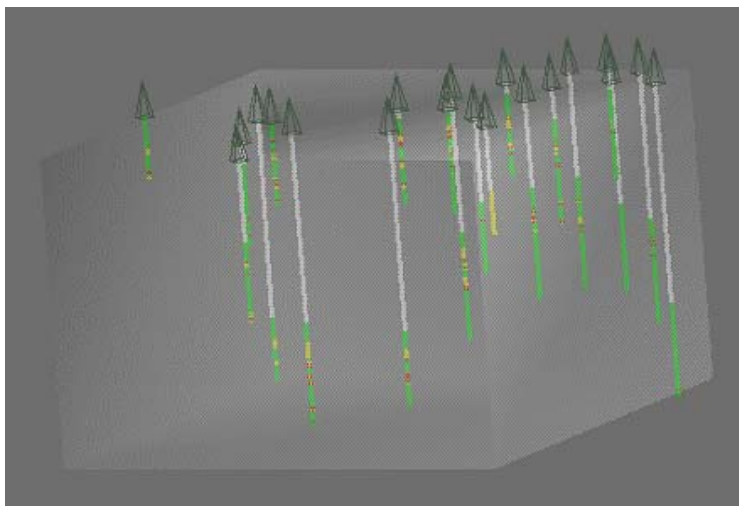


Figura 4. Estudo da resistividade dos poços.

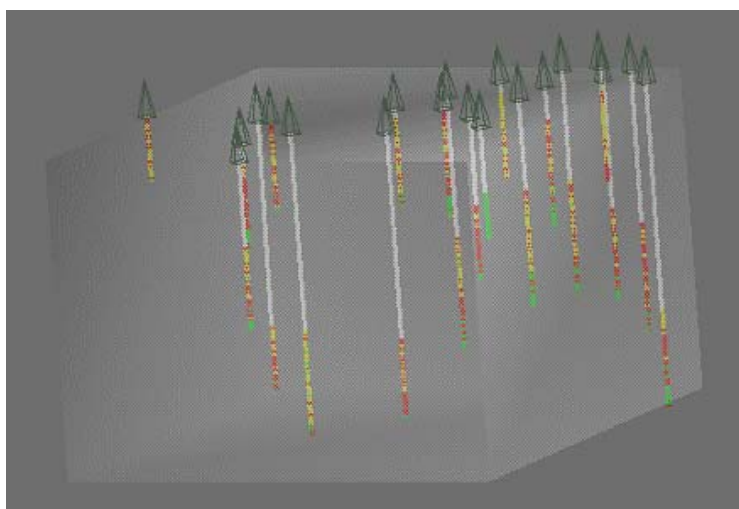


Figura 5. Estudo da porosidade dos poços.

4. Agradecimentos

Agradecemos à ANP (Agência Nacional do Petróleo) que por meio do Programa de Recursos Humanos (PRH-25) pelo financiamento do projeto, como também aos demais órgão financiadores: FUNEP, CTBRASIL, CTPETRO e DME/UFCG

5. Referências

- ROMEU, R. K., et al. Impacto dos sistemas de visualização 3D e de realidade virtual nos estudos integrados de reservatório. Rio Oil e Gás Expo and Conference, 2000.
- SANTOS, R. A., et al. Aspectos da Sísmica 4D e gerenciamento de reservatório em águas profundas. Rio Oil and Conference, 2000.
- SILVA, L. C. F. da, Visualização 3D de terrenos para alocação de dutos usando técnicas de realidade virtual. PRODUT, 1988.
- TRIGGIA, A. A., et al, Fundamentos de Engenharia de Petróleo. Interciência, Petrobrás, Rio de Janeiro, 2001.