

# INTERPRETAÇÃO DE PERFIL GEOFÍSICO A PARTIR DE VARIÁVEIS REGIONALIZADAS PARA DETERMINAÇÃO QUANTITATIVA DE PROPRIEDADES FÍSICAS

*Data de aceite: 02/06/2023*

**Hyago de Freitas Farias**

Universidade Federal do Amazonas

**Joemes de Lima Simas**

Universidade Federal do Amazonas

**ABSTRACT:** The interpretation of geophysical profiles assists in the evaluation stage of rock formation. In addition to qualitative analysis (visual), quantitative analysis (numerical calculations) assists in sizing the present physical properties. Computational support optimizes the process of geostatistical analysis of the physical properties present in rocks. The methodology used in this project consists of using geostatistical analysis software based on the technique of regionalized variables for the quantification of porosity and permeability properties and other properties that may be necessary in order to facilitate and optimize the interpretative processes of geophysical profiles.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoestatística; Geofísica; Variáveis regionalizadas.

## 1 . INTRODUÇÃO

Métodos geofísicos representam uma das principais ferramentas para a investigação e caracterização de subsuperfícies, visto que, baseiam-se na determinação de propriedades físicas que salientam os diferentes tipos de materiais encontrados no ambiente geológico, e nos contrastes que essas propriedades podem apresentar (Braga, 2016).

Fundamentada na integração de vários métodos geofísicos em uma mesma área de interesse, a perfilagem ambiciona mensurar as propriedades físicas das rochas ao longo de furos de sondagem e caracterizar as formações presentes no poço perfurado. Em função do parâmetro físico estudado, a geofísica subdivide-se em quatro grupos: gravimétrico, magnetométrico, geoeletrico e sísmico; que, por sua vez, estão associados a: campo magnético terrestre, fluxo geotérmico, propagação de ondas sísmicas, gravidade, campos elétricos e eletromagnéticos, correntes telúricas e radioatividade (Braga, 2016).

A Perfilagem Geofísica de Poços é uma importante ferramenta na indústria petrolífera, sobretudo na avaliação prospectiva em poço aberto e tem como objetivo auxiliar na caracterização petrofísica de um reservatório de petróleo.

O trabalho de caracterização petrofísica detém o intrínseco interesse nas propriedades determinantes para identificar, caracterizar e avaliar um reservatório de hidrocarbonetos, isto é, porosidade, permeabilidade e saturação de fluidos em uma rocha reservatório. Aliada a petrofísica computacional, que trata-se de uma metodologia rápida e de baixo custo, está a Geoestatística, que viabiliza análise de dados obtidos por meio da geofísica de modo a colher um aparato quantitativo de propriedades físicas das rochas.

A análise quantitativa das propriedades físicas facultam o processo de predição de propriedades como porosidade, permeabilidade intrínseca, permeabilidade relativa e parâmetros elétricos como fator de formação e índice de resistividade, a partir unicamente do conhecimento da microestrutura da rocha (NERY, 2013).

As variáveis regionalizadas referem-se a características espaciais ou fenômenos físicos que exibem padrões de variação geográfica. Essas variações são frequentemente analisadas usando métodos estatísticos e técnicas de interpolação para entender melhor sua distribuição e padrões na sua área de aplicação.

E a aplicação da técnica de variáveis regionalizadas se faz de extrema importância pois a partir dela será possível determinar, identificar e quantificar diretamente as propriedades presentes nos perfis geofísicos, e este projeto visa explorar e aplicar essa metodologia, destacando sua relevância na caracterização do ambiente subsuperficial.

## 2 . OBJETIVOS

**OBJETIVOS GERAL:** Interpretar quantitativamente propriedades físicas em perfis geofísicos com a técnica de variáveis regionalizadas para obtenção de informações significativas sobre o comportamento das propriedades.

**ESPECÍFICOS:** Interpretar quantitativamente as propriedades físicas com uso de geoestatística nos perfis adquiridos; Analisar o estado da arte de dados de perfis geofísicos de poços; Interpretar a análise quantitativa realizada; Identificar as propriedades físicas da porosidade e saturação.

## 3 . METODOLOGIA

Este projeto compreende as seguintes etapas: A primeira etapa consiste na pesquisa bibliográfica e na aquisição de dados no banco de dados geofísicos, onde o primeiro passo refere-se à elaboração que se estenderá por toda a extensão do presente projeto, consistindo na realização de um prévio levantamento bibliográfico a respeito da perfilagem geofísica envolvendo sua aplicação e ferramentas utilizadas, e também acerca de testes

realizados em poços envolvendo suas aplicações, características e ferramentas para o processo de análise quantitativa de propriedades físicas por meio de perfis geofísicos a partir de variáveis regionalizadas.

A segunda etapa refere-se a coleta e tratamento de dados, que de forma simultânea ao exposto precedentemente, será utilizado o Banco de Dados de Exploração e Produção (BDEP) da ANP, para a elaboração de um mapeamento contendo a localização das perfilagens geofísicas realizadas. E após a coleta, a terceira etapa será a análise dos perfis geofísicos de poços, onde será designada a análise dos perfis geofísicos de Caliper, Raio Gama e Sônico referentes a cinco poços disponibilizados pela ANP, no qual foi utilizado softwares específicos como: PETREL, TRACE e LOGPLOT.

E os dados obtidos através dos três primeiros perfis geofísicos, serão empregados na modelagem litológica da bacia no local onde o poço foi perfurado. As etapas adiante serão concluídas nos próximos meses com base no andamento do projeto, sendo elas constituídas da análise geoestatística dos dados obtidos através dos perfis geofísicos, sendo feito um levantamento de propriedades físicas das rochas, como porosidade, permeabilidade, isto é, as funções regionalizadas.

A modelagem geológica que será realizada com os dados obtidos precedentemente, sendo feita uma interpretação dos dados geofísicos, por meio de softwares específicos, que consistirá na modelagem, e se possível correlação entre os perfis geofísicos. E a última etapa, compreenderá a conciliação de todas as informações levantadas nas etapas precedentes, análise dos resultados obtidos, elaboração de relatório final e semelhantes compilações necessárias à publicação dos resultados.

#### **4 . RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados da primeira etapa foram obtidos a partir da aquisição de dados geofísicos em bancos de dados, onde foram aplicados nos softwares PETREL, TRACE e LOGPLOT que desempenharam papéis fundamentais na análise geoestatística desses dados, fornecendo uma série de modelos de resposta que permitem uma compreensão detalhada das propriedades físicas do subsolo.

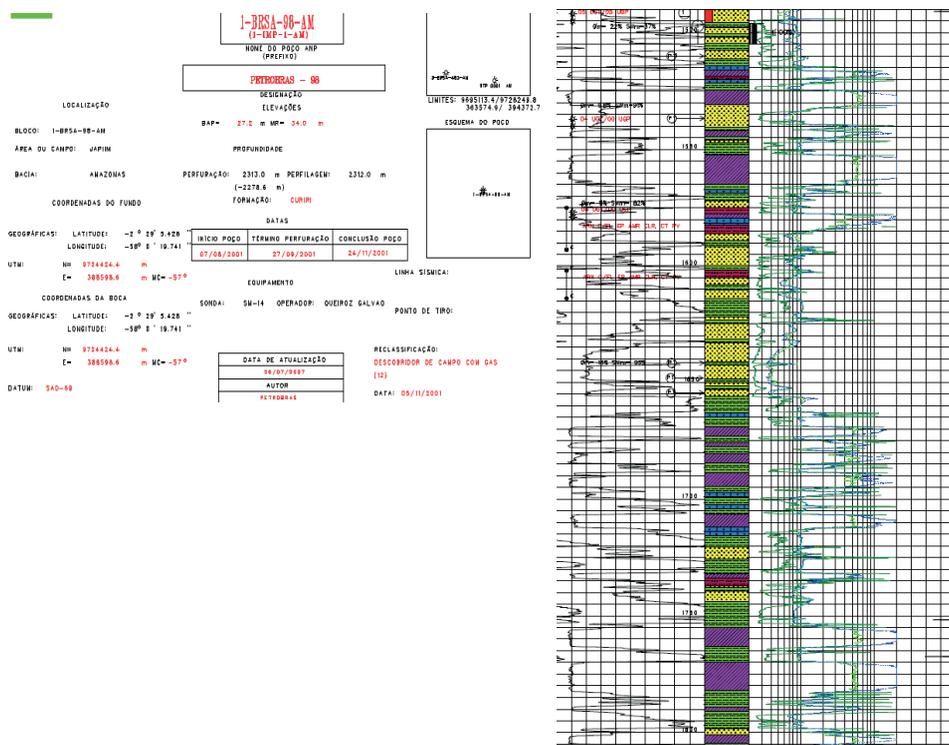
Esses softwares foram amplamente utilizados devido às suas capacidades de integrar dados de diferentes fontes e aplicar modelos matemáticos sofisticados, proporcionando uma interpretação mais precisa e confiável dos perfis geofísicos selecionados. Além disso, eles permitem extrair informações relevantes sobre as características das litologias, contribuindo para o avanço do conhecimento geológico e geofísico.

Os resultados da segunda etapa estão ligados diretamente com a coleta e o tratamento de dados obtidos no banco de dados de exploração e produção, onde com suporte dos softwares foi possível criar um modelos de resposta utilizando os dados da perfilagem de raios gama, caliper e sônica, onde estes modelos são particularmente

relevantes em estudos geofísicos, pois as variações observadas com estas ferramentas conseguimos observar e analisar as propriedades físicas e geológicas do material em análise.

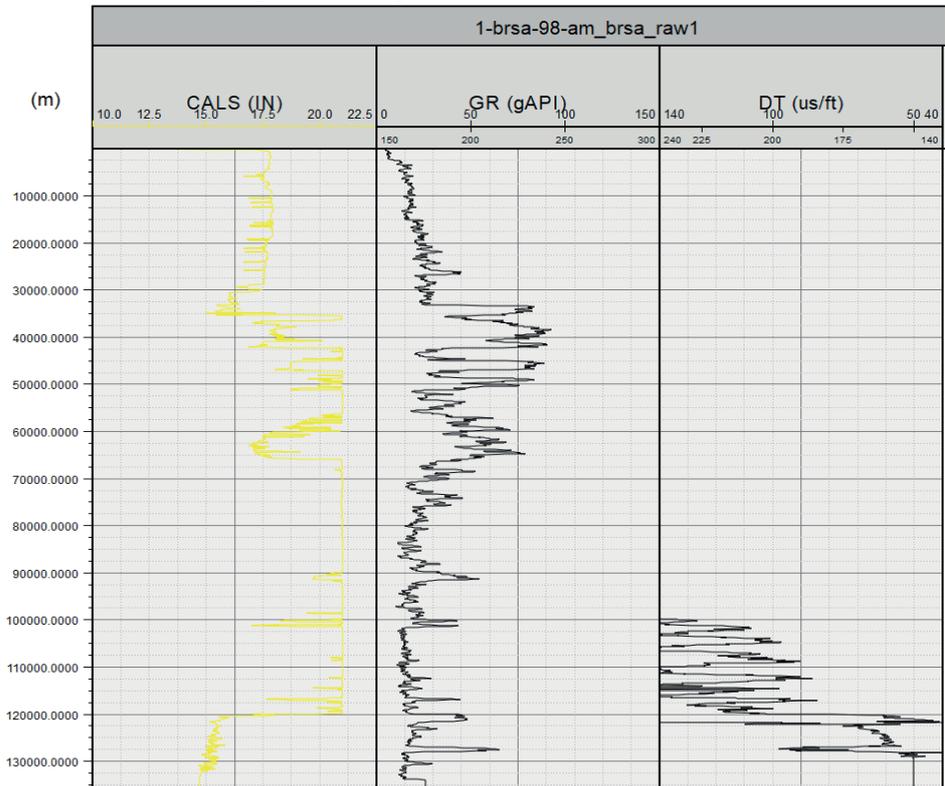
A partir da utilização dos softwares PETREL e TRACE foi possível realizar a construção de perfis de raio gama a partir de dados coletados pelo método de gamma-ray. Além disso, esses softwares também geraram modelos de resposta para outros métodos de perfilagem, como: caliper e sônico. Possibilitando a interpretação das características dos poços para cada método de investigação, a avaliação da integridade das formações rochosas e a análise das variáveis regionalizadas.

**Figura 1 - Cabeçalho e Perfil do poço 1- BRSA-98-AM**



Fonte: ANP, 2024

**Figura 2 - Perfis gerados pelo software TRACE**



**Fonte:** Produzida pelo autor

E utilizando o software TRACE, obtivemos os perfis geofísicos da Figura 1, onde podemos observar que no perfil de caliper, a partir da profundidade de 300 m se tem um arrombamento do diâmetro do poço, intercalando com certas variações de diâmetro até a profundidade de 600 m, onde logo após esta profundidade, o arrombamento se torna contínuo até próximo do final do poço. E analisando o perfil de raios gama, pode-se observar que a partir da profundidade de 300 m, temos uma variação de radiação muito grande que chega até próximo da profundidade de 700 m, e observando o perfil geofísico disponibilizado pela ANP, é possível observar que entre estas profundidades, temos uma quantidade de folhelhos muito grande, o que pode ser o ocasionador desta grande variação. E observando o perfil sônico, inicialmente deve-se ressaltar que os dados referentes a esta ferramenta somente se iniciam a partir da profundidade de 1000 m, e com este perfil podemos adquirir informações como porosidade, permeabilidade, presença de hidrocarbonetos e neste caso por ter dados somente no fundo do poço, isto pode caracterizar que temos hidrocarbonetos a partir de 1000 m dentro do poço.

E posteriormente utilizando o software LOGPLOT, sendo empregado para a análise geoestatística nos dados de perfis de poços, fornecendo modelos de resposta para propriedades físicas como litologia, porosidade, saturação de fluidos e possibilitando a identificação do reservatório de cada poço analisado.

## 5 . CONCLUSÕES E/OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto científico continua em estágio de desenvolvimento, conforme planejado. Embora tenha feito progressos significativos até o momento, é importante reconhecer que há mais trabalho a ser feito para atingir nossos objetivos finais. Com base nos recursos disponíveis, a previsão é que este estudo seja concluído no mês de agosto. Onde a busca para determinar se existe uma maior assertividade sobre a presença das propriedades buscadas em toda a extensão do poço será o foco para os próximos meses, com o comprometimento em continuar avançando metodicamente, superando desafios e refinando as análises para garantir a qualidade e a relevância dos resultados obtidos se faz presente.

## 6 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHIE, G. E. (1942). The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics.

Asquith, G. & Krygowski, D. (2004). Basic Well Log Analysis, AAPG Methods in Exploration. Bacoccoli, G.; Morales, R. G.; Campos, O. A. J. (1980). The Namorado Oil Field, a Major Discovery in the Campos Basin, Brazil, AAPG Memoir 30, p. 329-338.

BARBOZA, E. G. (2005). Análise Estratigráfica do Campo de Namorado (Bacia de Campos) com base na Interpretação Sísmica Tridimensional, Tese de Doutorado, Universidade Federal Fluminense.

BARDON, C. & Pied, B. (1969). Formation water saturation in shaly sands, Society of Professional Well Log Analysis 10th Annual Logging Symposium Transactions: Paper A, 19pp.  
BORGES, Y. A. (2012). Método de inversão mineralógica a partir de perfis geofísicos de poços do campo de Namorado, bacia de Campos, trabalho de conclusão de curso.

BRAGA, Antônio Celso de Oliveira (2016). Geofísica aplicada: métodos geoeletricos em hidrologia. São Paulo: Oficina de Textos.

CHANG, H. K.; Kowsmann, R. O.; Figueiredo, A. M. F. (1988). New concepts on the development of east brazilian marginal basins.

CRUZ, M. M. (2003). Aplicação de perfilagem geofísica e sísmica na caracterização da faciologia do reservatório de Namorado, Tese de Doutorado, Rio de Janeiro, RJ.

DARLING, T. (2005). Well Logging and Formation Evaluation, Elsevier.

FERNANDES, C. P.; SANTOS, L. O. E.; PHILIPPI, P. C.; BUENO, A. D.; RODRIGUES, C. R. O.; GASPARI, H. C. (2001). Predição de propriedades petrofísicas de rochas reservatório de petróleo a partir de análise de imagens. 1º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, UFRN – SBQ Regional RN, Natal.

LIMA, O. A. L. (2014). Propriedades físicas das rochas: bases da geofísica aplicada, Sociedade Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro, RJ.

NERY, G. G. (2013). Perfilagem geofísica em poço aberto: fundamentos básicos com ênfase em petróleo, Tese de Doutorado, Rio de Janeiro, RJ.

SCHÖN, J. (2014). Propriedades físicas das rochas aplicadas à Engenharia de Petróleo, Elsevier.

## **7. AGRADECIMENTOS**

Ao PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBIC)/ PROPESP/UFAM e especialmente a UFAM pela concessão da bolsa de Iniciação Científica e a Professora Doutora Joemes de Lima Simas que coordena o Laboratório de Petrofísica do curso de Engenharia de Petróleo onde a pesquisa foi realizada sob sua orientação.