

# INTERPRETAÇÃO DE PERFIS GEOFÍSICOS DE UM POÇO EM PRODUÇÃO NO CAMPO PETROLÍFERO SITUADO NA PORÇÃO SUDOESTE DA BACIA POTIGUAR, RIO GRANDE DO NORTE

Bruna Ferreira Urbano<sup>1</sup>  
Jairo Rodrigues de Souza<sup>2</sup>

## RESUMO

O petróleo é uma substância oleosa derivada da decomposição de matéria orgânica depositada ao longo dos tempos no fundo de oceanos, lagos e mares. Em meados do século XXI iniciou a exploração dos campos de petróleo pela busca de jazidas petrolíferas. Tais procuras desencadearam o desenvolvimento de estudos geológicos e geofísicos como a perfilagem a fim de descobrir as zonas produtoras de hidrocarbonetos para a produção comercial. O objetivo deste trabalho é a leitura e interpretação dos perfis da suíte de perfilagem do poço, localizado num campo petrolífero situado no município de Mossoró no estado do Rio Grande do Norte. A suíte foi cedida pelo professor da diretoria de recursos naturais do IFRN, Jairo Rodrigues de Souza e ela foi feita por uma empresa petrolífera da região. A partir da suíte foi praticável a análise e interpretação dos perfis (Caliper, Bitsize, Raios Gama, Resistividade, Neutrão e Densidade) atingindo os seguintes resultados: No poço existe uma zona de interesse situada em 256 até 409 metros de profundidade portando os seguintes fluídos: água doce e salgada, óleo e gás. Portanto, conclui-se que o poço segundo a sua suíte e investigação não foi colocado em produção devido as suas formações argilosas que dificultaram a extração do óleo contido nos poros da rocha.

**Palavras-chave:** Petróleo, Perfilagem, Formações, Perfis e Óleo.

## INTRODUÇÃO

O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos encontrados numa bacia sedimentar que são camadas de sedimentos depositados ao longo do tempo, sendo sua exploração iniciando no século XIX na exploração de campos e na perfuração de poços (ANEEL, 2005). Com a alta demanda pelo óleo, fazem-se necessários estudos geológicos para determinação de seu valor econômico. Sendo assim, a geologia do petróleo tornou-se essencial na avaliação dos reservatórios que tem por finalidade a determinação de fluídos no poço além de caracterizar as rochas situadas nas formações do campo petrolífero.

Este trabalho tem por objetivo fazer a interpretação dos perfis de um poço através da suíte de perfilagem feita pelo operador de uma empresa situada na Bacia Potiguar e está

<sup>1</sup> Cursando Técnico de Petróleo e Gás no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus Natal-Central- RN, jbrunaferreraurbano@gmail.com;

<sup>2</sup> Professor de Geologia, Mestre, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus Natal-Central – RN, jairo.souza@ifrn.edu.br.

organizado em fundamentação teórica, resultados e discussão, conclusão e referências. Assim, essa interpretação indica a litologia das formações Jandaíra até o Açu 3 e através dos dados obtidos com o material determinar as zonas de óleo e água.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado no 1º semestre do ano de 2019 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus Natal-Central, sendo realizado uma pesquisa sobre perfilagem, utilizando pesquisas bibliográficas acerca das rochas sedimentares, bacias sedimentares, perfilagem de poços. Os perfis trabalhados foram: Caliper, Bitsize, Raios Gama, Resistividade, Neutrão e Densidade sendo feita a análise dos perfis e interpretação do poço em fase de operação, por meio de uma suíte foi possível realizar a análise e interpretação deste material. A partir dos resultados foi identificado a litologia, zonas de óleo e água no poço perfurado. Abaixo, segue o fluxograma das atividades que foram desenvolvidas (Figura 1):

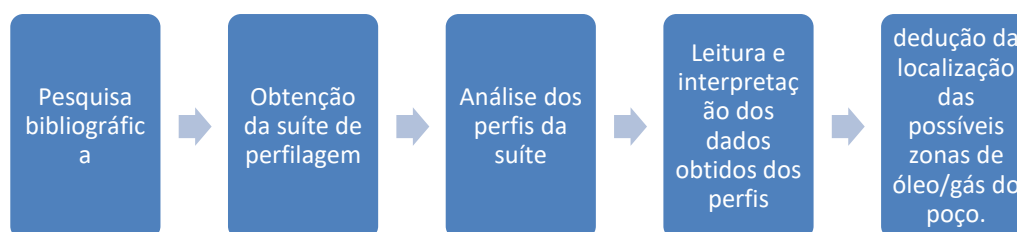


Figura 1 – Imagem da suíte de perfilagem do poço

## DESENVOLVIMENTO

O petróleo é uma substância oleosa resultante da mistura de hidrocarbonetos inflamáveis e menos denso que a água, tendo sua origem na decomposição de matéria orgânica depositada no fundo dos oceanos, mares e lagos (ANEEL, 2002). O seu registro de participação na vida do homem vem dos primórdios da civilização humana e somente em meados do século XIX teve o início da exploração dos campos de petróleo e da perfuração de poços em busca das jazidas petrolíferas (ANEEL, 2002).

No Brasil, a produção de petróleo é a maior da América Latina e, em outubro de 2017, houve uma produção de 2,6 milhões de barris por dia e 115 milhões de m<sup>3</sup> de gás. A Bacia Potiguar produziu um total de 51.476 bbl/dia e 1.235 milhão de m<sup>3</sup>/dia de gás natural, correspondendo à quarta maior produção total do país (PORTELLA; FABIANOVICZ, 2017).

A Bacia Potiguar é uma bacia sedimentar nordestina que se localiza no estado do Rio Grande do Norte, estendendo-se pelo Ceará. Tem sua área da porção emersa é de

aproximadamente 26.7000 Km<sup>2</sup> enquanto que a submersa é de 195.400 Km<sup>2</sup>. Seus poços são um total de 1.034 que são perfurados e perfilados para determinar as zonas de interesse de óleo e então iniciar a exploração (NETO, 2007).

Estratigraficamente, ela é composta pelas formações Pendencia, Pescada e Alagamar pertencentes ao grupo Areia Branca. A Pendência é constituída por depósitos lacustrinos com fluxos gravitacionais fandeltaicos e fluviodeltaicos progradantes arenitos grossos e pelitos de sistema fluviodeltaico lacustrino (LIMA, 2011).

A formação Pescada é constituída por sistemas continentais, leques aluviais, sistemas fluviais e bancos carbonáticos restritos, e a formação Alagamar com os membros Galinhos de folhelhos transicionais que possui camadas chamadas ponta do tubarão do evento de máxima transgressão e folhelhos pretos com calcilitos ostracoidais sendo membros do Canto do Amaro e Upanema em conglomerados de bordas pertencentes aos sistemas fandeltaicos e fluvio-deltaico (LIMA, 2011).

O Grupo Apodi compõe as formações Quebradas, Ponta do Mel Açú e Jandaira. A formação Açú é composta por espessas camadas de arenitos médios a grossos, esbranquiçados que são intercalados com folhelhos e argilitos verde-claro e siltitos castanho-avermelhados, exibindo um contato inferior discordante e erosivo com a formação Alagamar e com o embasamento cristalino, e em sua porção superior é concordante com a formação Jandaira dividida em quatro unidades litológicas informais. O sistema deposicional da unidade Açú-1 representa depósitos de leques as unidades Açú-2 e Açú-3 apresentam sistemas fluviais entrelaçado e meandrante, correspondendo aos seus grandes ciclos, a unidade Açú-4 caracteriza-se por sistema estuarino constituído pelos depósitos de planície marginal e de barras estuarinas contendo também influencia das marés (LIMA, 2011).

A formação Jandaira é composta por calcarenitos com bioclastos de moluscos, algas verdes, briozoários e equinóides, ocorrendo calcilito com marcas de raízes dismicrito e gretas de contração. Seu ambiente deposicional compreende uma planície de maré, laguna rasa, plataforma rasa e mar aberto. Seu contato superior é concordante com a formação Açú ou Quebradas, já a sua porção superior mostra-se discordante com o grupo agulha e também ocorre uma interdigitação lateral com a parte superior da formação Ubarana (LIMA, 2011).

A perfuração de poços é um processo que se realiza por etapas, e consiste no conjunto de várias operações e atividades que vão permitir o elo de ligação do reservatório com a superfície, atendendo as questões de segurança e estabilidade. É um trabalho contínuo que só se conclui ao ser atingida a profundidade final pretendida. Estas operações e atividades são

realizadas através de uma sonda ou plataforma de perfuração, que de acordo com o projeto do poço e a perfilagem, deve ser compatível com as características gerais do local a ser perfurado (CHIPALAVELA, 2013).

A perfilagem é uma operação realizada na perfuração de um poço com objetivo de identificar a litologia das rochas tendo o intuito de encontrar hidrocarbonetos na formação. Ela é feita a partir de um conjunto de perfis, e eles são obtidos pela movimentação constante de sensores de perfilagem no interior do poço (ROCHA; AZEVEDO, 2009). Os perfis são diferenciados e tem suas finalidades definidas sejam elas elétricas, acústicas e radioativas, sendo eles analisados para decidir quais intervalos do poço são de interesse econômico, porém se não houver o poço é abandonado (ROCHA; AZEVEDO, 2009).

Os perfis mais utilizados nas perfurações de poços são: raios gama que detecta a radioatividade natural das rochas, o perfil neutrônico que mede a porção de neutros epitermais e termiais da rocha depois do bombardeio, a densidade que detecta os raios gama refletidos pelos elétrons dos elementos que compõem a rocha e os mais variados tipos de perfis que possuem os mesmos objetivos de avaliar as formações geológicas (THOMAS, 2004) .

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O poço em estudo está localizado num campo situado a 100 quilômetros da cidade de Mossoró-RN e seus principais reservatórios são os arenitos fluivos deltaicos da formação Açu com porosidade acima de 15%, grau API variando de 20,3 a 35,3. No poço estudado, a profundidade foi dada em metros atingindo cerca de 413 metros, passando pelas formações Jandaíra, Açu 4 e Açu 3 e sua suíte de perfilagem considera-se as informações fornecidas pelos perfis Caliper, Betsize, Raios Gama, Resistividade, Neutrão e Densidade.

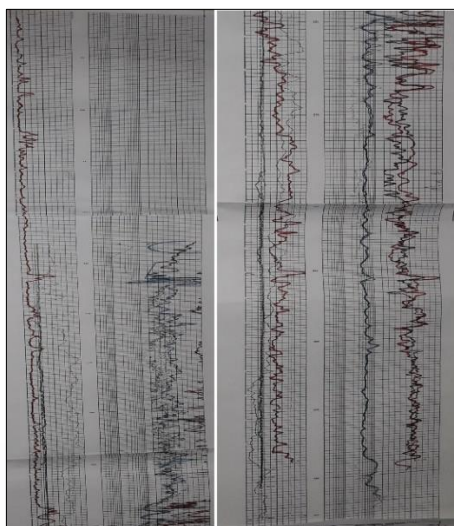


Figura 2 – Imagem da suíte de perfilagem do poço

Os perfis apresentados na figura 2 têm suas características e leituras individualizadas, pois cada um terá suas medidas, localização e variações de percurso nas pistas que possibilita chegar a uma estimativa da posição da zona produtora no poço através da sua leitura e interpretação. Na figura 3, está localizada a pista 1 onde se encontra o Caliper, Bitsize e Raios Gama fixados na coluna deslocada a esquerda, na pista 2 a resistividade representando a segunda coluna e na pista 3 o Neutrão e densidade sendo a menor coluna deslocada a direita.

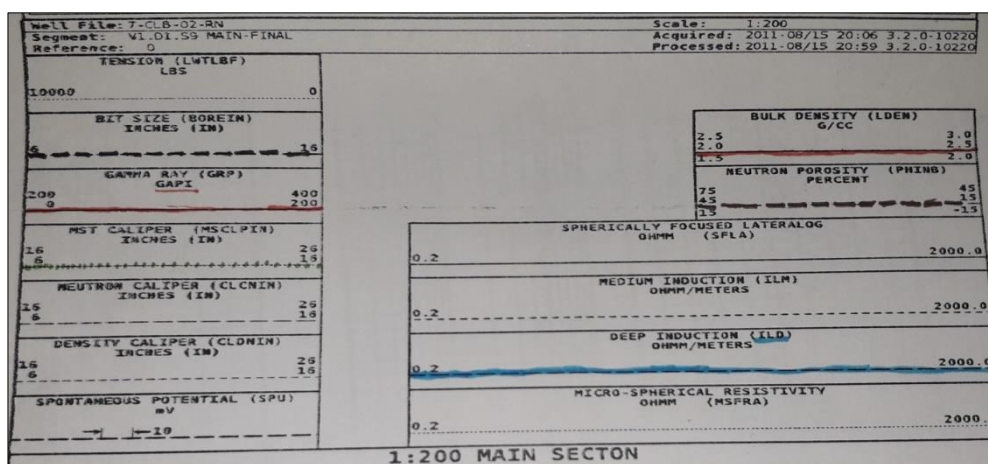


Figura 3 – Imagem da legenda dos perfis e seus valores

Eles são lidos e interpretados através das suas linhas e variações dos valores obtidos. Desta suíte somente os perfis Bitsize, Raios Gama, Caliper, Neutrão, Densidade e Resistividade serão analisados e interpretados porque foram estes os principais responsáveis pela obtenção das informações necessárias para a realização dos resultados.

### 3.1 ANÁLISES DOS DADOS OBTIDOS COM O PERFIL CALIPER E BITSIZE

Os perfis Bitsize e Caliper localizados na pista 1 são medidos de 6 a 16 polegadas e são caracterizados por duas linhas que representam respectivamente o diâmetro da broca e do poço. Estes são lidos em conjunto para uma melhor interpretação do que ocorreu na perfuração. Sabendo-se que a broca é padronizada neste poço em 8,5 in e que este valor foi constante em toda a perfuração, a interpretação foi feita a partir das variações do Caliper com suas reduções ou alargamentos no diâmetro do poço resultando em uma leitura variada de cada intervalo estudado. Na tabela 1, o Bitsize possui a média do diâmetro de 8 ½ apresentando-se normal em toda a profundidade.

Nº	Intervalos(m)	Média de variação (in)
1	0-290	8,8
2	290-298	7,9
3	298-315	8,8

4	315-322	8,0
5	322-402	8,7

Tabela 1 – Resultados obtidos da análise do perfil Caliper

O perfil Caliper lido diretamente com o Bitsize mostrou-se padronizado de 0 a 290 metros de profundidade com média de 8,8 in mantendo-se ao lado do outro perfil sem apresentar quaisquer problemas nesta região. A partir de 290 até 298 metros ocorreu uma redução considerável no diâmetro do poço com a média de 7,9 in. A possível causa disto está relacionada com os tipos de rochas das formações perfuradas sendo elas arenitos e siltitos que em contato com o fluido de perfuração podem ou não terem sido hidratadas ocasionando a redução do diâmetro.

De 298 até 315 metros, apresentou se comum com a média em 8,8 in, mas a partir de 315 a 322 metros ocorreu um afastamento de -0,5 in do diâmetro da broca indicando a redução do perfil e a causa mais provável a ser deduzida é que está zona pode ser de fácil hidratação argilosa que por influência da lama de perfuração ocasionou a redução.

### 3.2 ANÁLISES DOS DADOS OBTIDOS COM O PERFIL RAIOS GAMA

Medindo de 0 a 200° API, o perfil raios gama é uma linha que em sua pista se movimenta para a esquerda e direita indicando o grau de radioatividade natural das rochas por onde o sensor percorreu no interior do poço. Quando ocorre o deslocamento a sestra indicará baixa radioatividade naquele intervalo, mas quando se retirar para destra irá se constituir de alta radioatividade naquela região.

Nº	Intervalos(m)	Média de variação (GRAU API)	Litologia
1	0-240	19,5-80	Calcarenitos e calcilitos
2	240-374	120-140-190	Calcarenitos, arenitos, siltitos e folhelhos
3	374-394	90-125	Arenitos e siltitos.

Tabela 2 – Resultados obtidos da análise do perfil Raios Gama

De acordo com a tabela 2 de 0 a 240 metros, apresentou a litologia de arenitos intercalados com calcilitos e essa análise é feita a partir do deslocamento da linha para o lado esquerdo indicando baixa radioatividade com média de 19,5° API para os calcarenitos e 90° API para os calcilitos. A partir de 241 metros de profundidade da formação Açú até 374 metros foram interpretados como sendo intercalações de calcarenitos, arenitos, siltitos e folhelhos com as médias respectivamente em 120, 140, 190 e 198° API. Para o último intervalo localizado nas profundidades de 326 a 394 metros foram interpretados como intercalações de arenitos com média de 90° API e siltitos com 125° API.

### 3.3 ANÁLISES DOS DADOS OBTIDOS COM O PERFIL RESISTIVIDADE

O perfil resistividade medido de 0,2 a 2000 ohm.m está fixado na pista 3 da suíte, através dele será determinado ou não se existem fluídos no poço. Os hidrocarbonetos são maus condutores, sendo assim sua resistividade será alta fazendo a linha se deslocar para altos valores a esquerda, todavia ao decorrer da profundidade se for detectado fluídos como a água salgada a resistividade irá cair abruptamente indicando que naquela zona existe uma alta quantidade de sal no fluído das rochas portadoras, porém a água doce pode ser confundida com hidrocarbonetos e leva-se em consideração outros perfis para uma interpretação verdadeira. Em conformidade com a tabela 3 abaixo o perfil resistividade apresentou variações nas leituras e os possíveis fluídos contidos na rocha portadora.

Nº	Intervalo(m)	Média de variação ( $\Omega$ .m)	Possível fluído
1	115-238	65	Hidrocarbonetos e água doce ;
2	238-252	45-4	Contato dos fluídos: óleo e água salgada;
3	252-409	6,5	Água salgada e óleo.

Tabela 3 – Resultados obtidos da análise do perfil Resistividade

O primeiro intervalo iniciou em 115 a 238 metros com uma resistividade alta em torno de 65  $\Omega$ .m indicando que nesta região o possível fluído a ser interpretado pode ser hidrocarbonetos ou água doce. No segundo intervalo de 238 até 252 metros têm-se o contato dos fluídos e, conseqüentemente, a queda abrupta da resistividade variando de 45 para 4  $\Omega$ .m. No terceiro intervalo em 252 a 409 metros, a resistividade se manteve baixa nos valores de 6, 5  $\Omega$ .m indicando a presença de água salgada até o final do poço.

### 3.4 ANÁLISES DOS DADOS OBTIDOS COM O PERFIL NEUTRÃO

O perfil neutrão medido é de 45 a -15 em porcentagem sendo ele um indicativo se no poço perfurado e em suas formações existem a presença de gás ou hidrocarbonetos leves, pois na presença destes a linha do perfil irá se deslocar a valores negativos, todavia se nos poros da rocha portar água as médias serão positivas.

Nº	Intervalos(m)	Média de variação(%)	Possível fluído
1	115-242	-	Água doce;
2	242-268	20	Óleo e água salgada;
3	268-346	15	Gás, óleo e água salgada;
4	346-396	25	Óleo e água salgada.

Tabela 4 – Resultados obtidos da análise do perfil Neutrônico

Conforme a tabela 4 o 1º intervalo de 115 a 242 metros indica valores positivos, porém nessa profundidade o perfil saiu da pista não possibilitando obter a média de variação. No 2º segundo de 242 até 268 metros de profundidade a linha do perfil volta para a pista com média de 20%, indicando que nesta zona há óleo e água salgada.

No terceiro intervalo em 268m a 346m os valores estiveram variando entre 15%, levando-se a interpretar que nesta profundidade possuem hidrocarbonetos leves e gás misturados com água. No último intervalo de 346m até 396m o neutrão esteve com valores positivos com média de 25% indicando que na zona portadora existem a presença de óleo e resquícios de água salgada.

### 3.5 ANÁLISES DOS DADOS OBTIDOS COM O PERFIL DENSIDADE

O perfil Densidade é medido de 2 a 3 kg/m<sup>3</sup> e este irá apontar a presença de água e hidrocarbonetos como óleo, pois a densidade do óleo será menor que a da água. Este perfil terá valores altos na presença de água e baixos na presença de hidrocarbonetos e ele irá auxiliar na identificação de fluídos no poço. Na tabela a seguir (Tabela 4) as médias de variações e os possíveis fluídos serão caracterizados de acordo com o sentido( esquerda baixos valores e direita altos valores de densidade) que a linha se movimenta dentro do perfil.

Nº	Intervalos(m)	Média de variação( kg/m <sup>3</sup> )	Possível fluído
1	115-252	-	Água doce;
2	252-268	2,56	Água salgada;
3	268-398	2,42	Óleo, gás e resquícios de água salgada.

Tabela 5 – Resultados obtidos da análise do perfil Densidade

O primeiro intervalo de 115 a 252 metros saiu da faixa de cálculo da pista possuindo altos valores na densidade e confirmando a presença de água doce na formação Jandaíra. No segundo intervalo de 252 a 268 metros, indicou alta densidade com média de 2,56kg/m<sup>3</sup> indicando novamente a presença de água da formação do poço. No terceiro intervalo de 268 até 398 metros, ocorreu a queda de densidade com média de 2,42 kg/m<sup>3</sup> e alegou, que este intervalo é a zona de interesse do poço por portar hidrocarbonetos na matriz porosa da rocha.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em consideração todas as informações possíveis obtidas nas análises dos perfis, conclui-se que o poço possui uma zona de interesse que porta hidrocarbonetos leves , o gás em dissolução no óleo e água, todavia a produção desse poço torna-se inviável economicamente devido a zona portadora segundo o perfil raios gama ser argilosa com grande



quantidade de siltes intercalados com arenitos e portanto, segundo sua suíte ele foi tamponado e abandonado por causa das suas formações argilosas que dificultaram a produção de óleo contido em seus poros.

## **REFERÊNCIAS**

THOMAS, José Eduardo. **FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA DO PETRÓLEO**. Rio de Janeiro: EDITORA INTERCIÊNCIA, 2ª Edição, 2004.

Agência Nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis. **Plano de Desenvolvimento Aprovado Reunião de Diretoria nº698, Resolução nº 28/2013**, Colibri, 2016.

ROCHA, Luiz Alberto Santos; AZEVEDO, Cecilia Toledo. **PROJETOS DE POÇO DE PETROLÉO: Geopressões e assentamento de colunas de revestimento**. Rio de Janeiro: EDITORA INTERCIÊNCIA: PETROBRAS, 2ª Edição, 2009.

Agência Nacional de Energia Elétrica Brasil, **Atlas de energia elétrica do Brasil** / Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília: ANEEL, 1ª edição, 2002.

PORTELLA, Andressa Yumi; FABIANOVICZ, Rosemari. **BACIA POTIGUAR Sumário Geológico e Setores em Oferta**, Brasil 14ª Licitações de Petróleo e gás, Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis, 2017.

LIMA, Elissandra Nascimento de Moura. **Tectônica pós rifte na Bacia Potiguar**. Natal: Tese de doutorado, março, 2011.

CHIPALAVELA, Ariana Francisco. **Análise e Discussão das Operações de Perfuração e Completação em Poços Petrolíferos**. Minas Gerais: Dissertação mestrado, Outubro, 2013.