

Análise da anomalia de *Bright Spot* no Mar do Norte através da integração de dados geofísicos e geológicos

Pereira, R. C. S.*, Cruz, J. C. R., Universidade Federal do Pará

Copyright 2018, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no VIII Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salinópolis, 18 a 20 de setembro de 2018. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VIII SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

Este trabalho tem como objetivo principal definir as possíveis causas de *Bright Spots* existentes nos dados sísmicos da região em estudo, através da interpretação de seções sísmicas e integração com dados geológicos e de geofísica de poço. A área estudada situa-se na extremidade sul do rumo estrutural Statfjord-Brent-Alwyn, situado no lado ocidental do Viking Graben, Mar do Norte. Inicialmente, os *Bright Spots* foram identificados no cubo de dados sísmicos a partir da visualização da *in-line* e *cross-line* que interceptam os poços. Em seguida, foi realizada a interpretação dos perfis dos poços para caracterizar a geologia causadora do atributo sísmico e assim localizar os intervalos de provável presença de hidrocarbonetos. Dessa forma, os resultados obtidos forneceram informações sobre os intervalos onde estavam armazenados os fluidos, bem como as mudanças litológicas necessárias para caracterizar um reservatório.

Introdução

A interpretação sísmica é caracterizada pela análise de imagens processadas para exploração, descrição e monitoramento de reservatórios de petróleo. Essas análises são fundamentais para a indústria petrolífera, pois a partir delas é possível localizar reservas de óleo e/ou gás, analisar seu conteúdo e a possibilidade de exploração. A utilização da interpretação sísmica 3D é muito importante devido ao fato de sofisticar a visualização dos dados e dos cortes que podem ser feitos ao longo um cubo de dados sísmicos, contribuindo, assim, para a análise das características do dado e das feições geológicas de interesse. Isto pode ser realizado utilizando ferramentas como os atributos sísmicos, os quais podem enfatizar uma característica desejada que não seja visualizada no dado. Existem diversos atributos com diferentes finalidades que podem ser utilizados na interpretação, como, por exemplo, o *Bright Spot* que é uma anomalia de amplitude sísmica indicadora da presença de hidrocarbonetos (*Schlumberger Oilfield Glossary*, acessado em 03 de maio de 2018). Neste trabalho, serão analisados dois poços a fim de relacionar os *Bright Spots* com a geologia regional e salientar as causas dos mesmos. O objetivo deste trabalho é utilizar a interpretação conjunta de seções de dados sísmicos e perfis de poço para definir a causa geológica de anomalias de amplitude existentes na região em estudo. A interpretação será realizada com o auxílio do software OpendTect da empresa dGB *Earth Sciences*, que

possibilita, entre outras coisas, a utilização de ferramentas para a visualização de atributos sísmicos, a importação de dados de poço, a visualização de cubos sísmicos, bem como suas seções *in-line* e *cross-line*, fundamentais para a interpretação sísmica.

Metodologia

Os *Bright Spots* são anomalias de amplitude sísmica que ocorrem, de modo geral, em regiões com grandes contrastes de impedância acústica. Essas anomalias podem ser indicadoras da presença de hidrocarbonetos ou de grandes contrastes litológicos. Para determinar as possíveis causas de *Bright Spots* existentes na região em estudo, foram utilizadas informações obtidas a partir de seções sísmicas, dados geológicos e de dados geofísicos de poços, através da análise de perfis de poços e da visualização do atributo sísmico Energia. O atributo Energia calcula a soma ao quadrado dos valores de amostras no intervalo de tempo especificado dividido pelo número de amostras na janela. Assim, permite uma melhor visualização de zonas que possuem alto contraste de impedância acústica, ou seja, zonas de grande contraste de propriedades físicas, além de permitir uma melhor visualização de variações laterais dentro de eventos sísmicos. O atributo será aplicado ao dado sísmico e visualizado através das linhas das direções *in-line* e *cross-line* do cubo de dados sísmicos a fim de correlacionar a presença do *Bright Spot* no poço com a geologia na região e identificar a causa dessas anomalias. Nos perfis de poço, por sua vez, a interpretação será feita utilizando as informações de tempo de trânsito, resistividade, porosidade efetiva e densidade. A mapa estrutural da região em estudo pode ser visualizado na Figura 1.

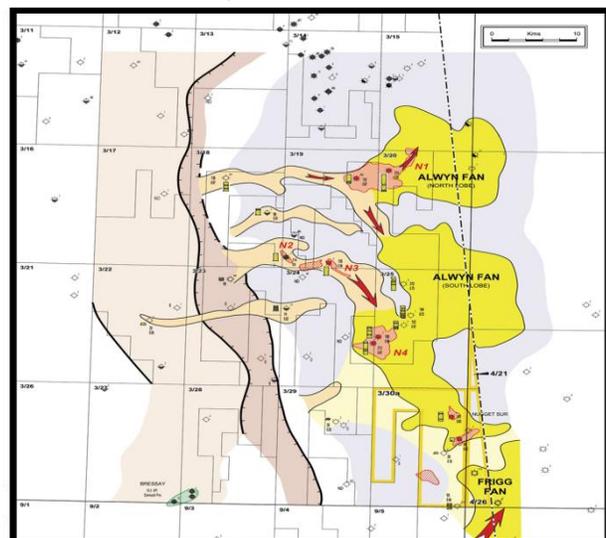


Figura 1: Mapa estrutural da região em estudo fornecido pela empresa Total.

Resultados

Análise e integração de dados sísmicos e geológicos do poço 1.

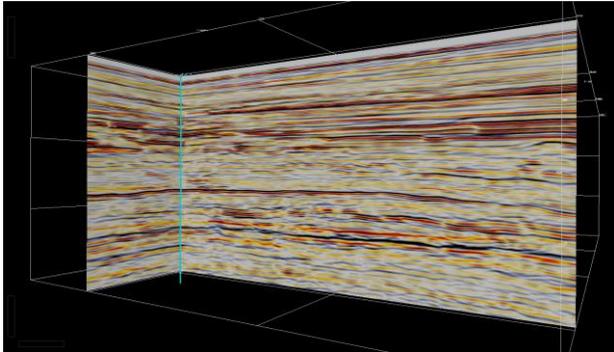


Figura 2: *In-line* 10207 e *cross-line* 5604 em profundidade geradas apenas com o dado sísmico passando pelo poço 1 (azul).

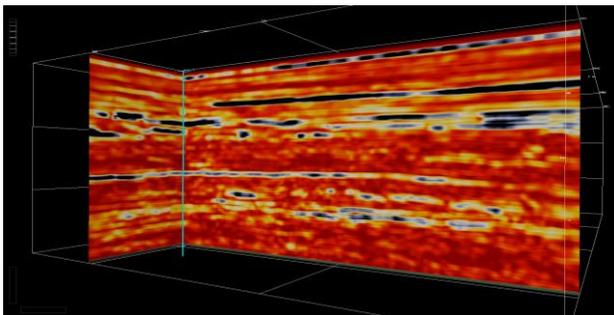


Figura 3: *In-line* 10207 e *cross-line* 5604 em profundidade com a aplicação do atributo *Energia*, passando pelo poço 1 (azul).

As Figuras 2 e 3 representam a linha sísmica *in-line* 10207 e a *cross-line* 5605 que se interceptam na posição do poço 1, o qual possui 4020m de profundidade. A Figura 2 corresponde a seção sísmica gerada em profundidade, enquanto a Figura 3 corresponde a seção do atributo sísmico *Energia*.

Intervalo até 1000m

Os primeiros 128m do poço correspondem ao solo oceânico e os intervalos seguintes, de 128m a 935m e de 935m a 1000m, correspondem ao grupo Nordland e a parte do topo do grupo Hordaland (935m a 1277m), respectivamente. A parte superior do grupo Nordland (até 264m) é composta por argilas levemente calcárias, com vestígios de fragmentos de conchas e areia. Até 935m, o grupo é dominado por areia contendo camadas finas e veios de argila, lignita, glauconita e fragmentos de conchas. O topo do grupo Hordaland é constituído pela mudança litológica de areias para, predominantemente, siltitos. Os arenitos ocorrem como leitos finos com traços de fragmentos de conchas.

Intervalo de 1000m a 2000m

O segundo intervalo engloba a extensão restante do grupo Hordland, que se estende até 1981m de profundidade. No intervalo de 1277m a 1399m há uma região menos homogênea que o topo do grupo, a qual consiste em argilitos intercalados com arenitos. No intervalo de 1399m a 1782m, ocorre uma sequência mais homogênea de argilitos com veios de calcário/dolomita e poucos leitos de arenito. A formação Frigg ocorre no intervalo de 1782m a 1981m, e é composta por uma sequência de arenitos com argilitos intercalados e finos veios de calcário. Em seguida, no intervalo de 1981m até 2015m, encontra-se a formação Rogaland, onde encontra-se as formações Sele-Balder, constituída por argilitos com acamamento de arenito e veios de calcários.

Intervalo de 2000m a 3000m

A fronteira entre as formações Sele-Balder e a formação Lista, não é facilmente identificada. Contudo, a formação Lista é caracterizada pela presença de argilitos e estende-se no intervalo de 2015m a 2074m. Em seguida, de 2074m a 2355m, ocorre o grupo Montrose, o qual é constituído pelas formações Heimdal e Maureen. A formação Heimdal é definida por arenitos com acamamento de argilitos e a presença de veios de calcário, ocorrendo uma mudança nessa formação para uma sequência constituída de argilitos gradando para folhelhos. A formação Maureen apresenta litologia similar a formação anterior, com argilitos alterando-se para folhelhos e diferindo somente devido a maior presença de veios de calcário. O intervalo até 3000m corresponde a parte do grupo Shetland, que se estende até 3906m. O grupo Shetland é composto por seis formações que são caracterizadas, de modo geral, pela presença de margas e veios dispersos de calcário e arenito no topo do grupo; margas classificando argilitos finos e acamamentos de calcário; calcários gradando para dolomitais; argilitos alterando-se para folhelho e margas com veios de calcário e um intervalo com menor presença de calcário, consistindo em argilitos com veios de calcário, arenito e siltito.

Intervalo acima de 3000m

O grupo Cromer Knoll, que compreende o intervalo de 3906m a 3980m, é caracterizado por argilitos alterando-se para folhelho. O topo desse grupo apresenta calcários gradando para margas e torna-se menos calcário em direção a base. São encontrados também veios de calcário e traços de areia.

Análise dos intervalos onde ocorrem as anomalias

O primeiro local onde ocorre o *Bright Spot*, localizado no intervalo de 140m a 200m na *in-line*, corresponde ao grupo Nordland. Contudo, essa região não se estende pela *cross-line* e não pode ser visualizada nos perfis de poço. Dessa forma, é possível sugerir a causa do *Bright Spot* apenas a partir das informações geológicas,

assumindo, então, que a anomalia pode ter sido causada pela presença de organismos como as conchas e pela interface argila-areia devido ao contraste de impedância acústica gerado pela composição heterogênea desta camada. A segunda anomalia ocorre no grupo Hordaland e estende-se no intervalo de 1100m a 1195m, correspondente ao topo (935m a 1277m) deste grupo. Pode-se, então, analisar o comportamento desse intervalo através dos perfis dos poços mostrados na Figura 4.

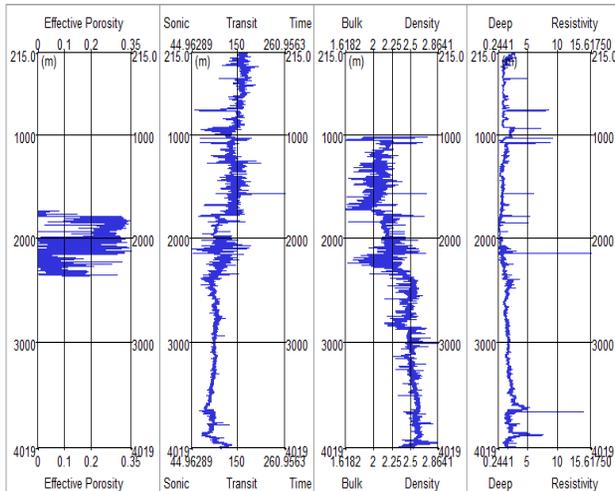


Figura 4: Perfis de tempo de trânsito (s/m), densidade (g/cm^3), resistividade (ohm.m) e porosidade efetiva, utilizados para interpretar o poço 1.

A partir dos perfis do poço, pode-se inferir que as rochas desse intervalo apresentam resistividade maior do que a do intervalo subsequente, devido a possível presença de água nos poros da rocha. No caso do perfil sônico, é possível dizer que a onda compressional se propaga com menor velocidade em virtude do longo tempo de trânsito, característica gerada também pelo aumento de água no intervalo. O perfil de porosidade efetiva não fornece informação sobre esse intervalo, mostrando informações apenas na faixa em torno de 1700m a 2300m. Deve-se, então, observar essa região com mais cautela pois a porosidade efetiva é uma das características importantes para caracterizar um reservatório. Por último, através do perfil de densidade, avalia-se o intervalo como o menos denso do poço, permitindo, assim, inferir que este é menos compacto devido as características das rochas que a compõem, as quais podem apresentar alta porosidade e, desse modo, armazenar gás neste intervalo, visto que a presença de gás também é sugerida pela redução da densidade, característica que também pode ser causada pela presença deste fluido. O *Bright Spot* prolonga-se na *cross-line* e na *in-line*, e é melhor visualizado nas seções sísmicas. As grandes extensões das anomalias são importantes pois esta é uma característica indicativa da mudança litológica da região e da possível presença de hidrocarbonetos ou gás. Para o terceiro intervalo de *Bright Spot* (1291m a 1360m), a análise do perfil de densidade mostra que não há mudanças significativas em relação ao intervalo

precedente. A respeito do perfil de resistividade, nota-se que houve uma suave redução no seu valor, o que pode ter ocorrido em função da presença de argilitos ou do aumento de água no intervalo, caracterizando-o, então, como mais condutivo. Quanto ao perfil sônico, observa-se que o tempo de trânsito ainda é longo, retratando uma baixa velocidade nesse intervalo causada pela presença de argila. O *Bright Spot* ocupa uma pequena região na *in-line* e o valor da energia refletida é o menor do poço, se comparado com os outros intervalos de *Bright Spot*. Contudo, ainda assim é uma região de análise relevante pois o contraste de impedância acústica é evidente na *in-line* e estende-se na *cross-line*. Esse intervalo do *Bright Spot* situa-se também no grupo Hordaland, contudo, ocorre em um intervalo caracterizado por argilitos alternados com arenitos, e localiza-se no intervalo de 1277m a 1399m. Com o aumento da profundidade encontra-se uma sequência homogênea de argilitos (1399m a 1782m) com veios de calcário/dolomita e poucos leitos de areia. Novamente, a mudança litológica é sugerida como a causa do *Bright Spot*, devido a presença da interface arenito-argila neste intervalo. Na região da Formação Heimdal, ocorre o quarto intervalo pertencente ao *Bright Spot*, localizado de 2190m a 2244m. Analisando o perfil sônico observa-se que no intervalo há uma descontinuidade indicando a mudança no tempo de trânsito, de uma região com velocidade média para uma região onde a velocidade de propagação da onda é mais baixa. Esse fato pode ser dado pela transição da primeira sequência da formação Heimdal, caracterizada pela presença de arenitos, para a segunda, constituída por argilitos gradando para folhelhos. É possível notar também que nessa faixa ocorre um contraste de densidade causado pela mudança litológica que ocorre nesse intervalo. A principal característica desse intervalo, é que ele compõe parte de uma faixa de transição do valor de porosidade efetiva. O intervalo que o precede apresenta alta porosidade efetiva e esta característica é importantíssima para identificar um reservatório, assim como a permeabilidade. Desse modo, o intervalo é um possível acumulador de hidrocarbonetos pois apresenta condições necessárias para armazená-lo, como a alta porosidade efetiva e o fato de ser cercado por rochas argilosas e não permeáveis que podem funcionar como rochas selantes para o reservatório. Portanto, a partir do relatório de poço, pode-se confirmar a presença de gás metano e manchas de óleo na região da Formação *Frigg*, onde o gás apresenta valores de 0.72 e 2.7% no topo da formação *Frigg* (1785m a 1795m) e amostras moderadas de óleo também são identificadas nessa região e se estendem até 1800m. O nível de gás começa a diminuir na profundidade 1796m a 1850m, entretanto, se estende até 2500m, compreendendo a região do quarto intervalo de *Bright Spot* (2190m a 2244m). Entretanto, nessa faixa, os registros de gás são menores que na seção anterior, apresentando até 0.18% de metano.

Análise e integração de dados de dados sísmicos do poço 2.

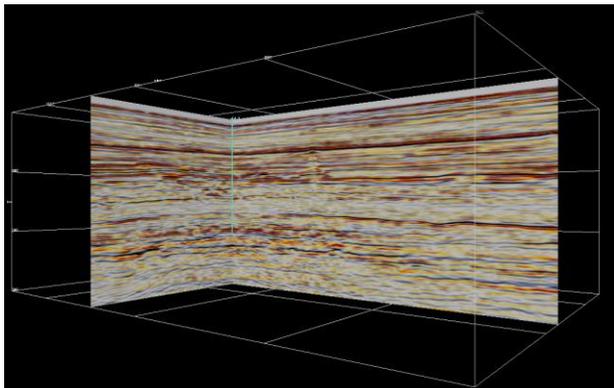


Figura 5: *In-line* 10310 e *cross-line* 5450 em profundidade geradas apenas com o dado sísmico passando pelo poço 2 (azul).

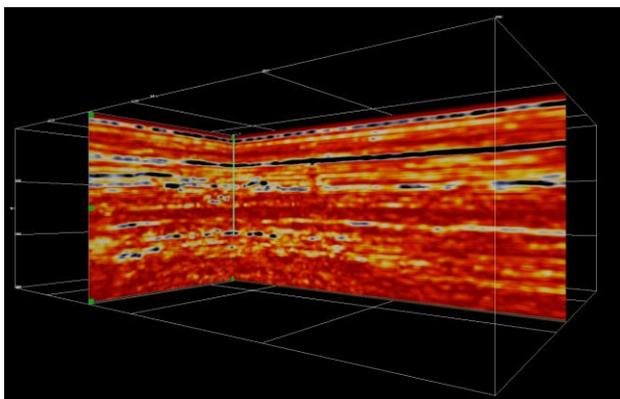


Figura 6: *In-line* 10310 e *cross-line* 5450 em profundidade com a aplicação do atributo Energia passando pelo poço 2 (azul).

As Figuras 5 e 6 representam as linhas sísmicas *in-line* 10310 e *cross-line* 5450 que se interceptam na posição do poço 2, o qual possui 2607m de profundidade. A Figura 5 corresponde a seção sísmica gerada em profundidade, enquanto a Figura 6 corresponde a seção do atributo sísmico Energia.

Intervalo até 1000m

Este intervalo compreende a maior parte do intervalo pertencente a transição do Pleistoceno ao Eoceno (134m a 1215m), que é dividido em duas sequências. A primeira, de 134m a 746m, é constituída principalmente por areia inconsolidada e camadas finas de argila, com algumas dobras finas de carvão ocorrendo ao longo da seção (exceto na argila). A segunda sequência, de 746m a 1215m, é uma região caracterizada também por argila inconsolidada e apresenta leitos de areia. Em torno de 800m, ocorrem leitos muito finos de calcário e a presença de pirita nas argilas. Há também conchas quebradas, Gastrópodes, Pelecípodes e Bryozoa ocorrendo

aleatoriamente no intervalo de 830m a, aproximadamente, 900m.

Intervalo de 1000m a 2000m

O intervalo de 1215m a 1960m corresponde ao Eoceno, onde este é dividido em *Late Eocene*, *Middle Eocene* e *Early Eocene*. O *Late Eocene* (1215m a 1725m) é caracterizado principalmente por argilas e argilitos e é ligeiramente siltitosa e não calcária, embora alguns leitos finos de calcário ocorram. O *Middle Eocene* (1725m a 1960m) compreende o intervalo onde os seus primeiros 25 metros são definidos pela alternância de areia com folhelhos/argilitos com calcário e traços de pirita. Abaixo de 1749m, ocorrem acamamentos de areia e mica. O intervalo do *Early Eocene*, de 1825m a 1960m, é constituída, principalmente, por areia e finos acamamentos de folhelho.

Intervalo acima de 2000m

Na profundidade 1960m a 2275m, estende-se a região do Paleoceno dividida em Paleoceno Superior e *Middle Paleocene*. O Paleoceno Superior é marcado pela mudança de litologia entre o intervalo anterior e este. Até 2090m, a litologia predominante é areia e arenitos como acima, mas também ocorrem folhelhos e finos leitos de calcário. Enquanto o *Middle Paleocene* é constituído pela alternância de areias e folhelhos, gradando para uma sequência com maior presença de folhelhos em aproximadamente 2240m, onde são encontrados calcários finos, traços de pirita e sílex. O intervalo de 2275m a 2371m compreende o *Early Paleocene* - *Danian*, constituído pela mudança de folhelho arenoso para uma litologia calcária. O *Middle Paleocene* se estende até 50m dessa seção, seguido por margas calcárias que precedem arenitos. O intervalo de 2371m a 2591m corresponde a formação *Maestrichtian*, caracterizado por areia intercalada com lamitos. Alguns leitos de areias finas são vistos sobre os leitos inferiores de calcário, os quais tornam-se menos frequentes com o aumento da profundidade enquanto folhelhos tornam-se mais siltitosos e calcários, muitas vezes com margas, vestígios de areia e glauconita.

Análise dos intervalos onde ocorrem as anomalias

Como os perfis de poço só possuem informações para a região abaixo de 1003m de profundidade, o primeiro e o segundo intervalo onde ocorrem o *Bright Spot* que não se encontram nesse intervalo serão caracterizados com base nas informações geológicas. O primeiro intervalo, de 140m a 200m, ocorre no intervalo correspondente a transição do Pleistoceno ao Eoceno e é possível apenas inferir que a anomalia foi causada devido a presença de carvão na seção e da interface areia-argila. O segundo *Bright Spot* ocorre no intervalo de 753m a 838m, na segunda sequência do Pleistoceno ao Eoceno. Pode-se inferir que este é causado devido à presença dos organismos descritos anteriormente e das interfaces geradas pela presença de diferentes litologias presentes na região. Para o terceiro intervalo correspondente a

anomalia, de 1290m a 1370m, é possível realizar a análise dos perfis de poço observados na Figura 7.

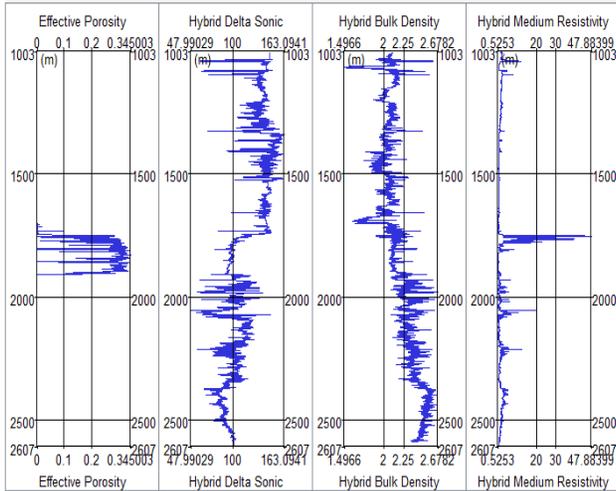


Figura 7: Perfis de porosidade efetiva, tempo de trânsito (s/m), densidade (g/cm^3), resistividade (ohm.m), utilizados para interpretar o poço 2.

O perfil de porosidade efetiva não pôde ser avaliado pois este apresenta informações apenas para o intervalo em torno de 1750m a 1900m. A partir da análise do perfil sônico, nota-se que há uma mudança na velocidade de propagação da onda entre este intervalo e o anterior, onde o anterior apresenta maior velocidade de propagação da onda. Dessa forma, pode-se sugerir a presença de alguma litologia que reduza a velocidade da onda, como a argila. A respeito do perfil de densidade nessa região, este mostra uma leve redução causada, provavelmente, pela composição das rochas constituintes do intervalo. Quanto ao perfil de resistividade, nota-se que o intervalo até 1500m do poço, é pouco resistivo inferindo, então, que esta região é mais condutiva. Este fato pode ser dado pela presença de água nos poros das rochas constituintes dessa região, ou pela presença de argila, que tornaria a região mais condutiva. Analisando apenas este perfil, é possível afirmar que não estão presentes hidrocarbonetos nesse intervalo (1290m a 1370m), devido ao aumento da condutividade pois a presença de hidrocarbonetos gera o aumento da resistividade medida na rocha. É importante ressaltar que isso não anula o fato da possível presença de hidrocarbonetos ou fluidos de interesse próximos a região, visto que o *Bright Spot* é um indicativo dessa circunstância. Esse intervalo está situado no Eoceno Superior, região caracterizada, de modo geral, por argilas e argilitos e pela presença moderada de silte e leitos finos de calcário. A região mais profunda, que sucede o intervalo, é constituída pelo aumento de leitos finos de areia e a argila torna-se mais compacta. Dessa forma, essa sequência é propícia ao armazenamento de hidrocarbonetos. É possível identificar duas regiões nas quais ocorrem amostras de hidrocarbonetos. A primeira, a 1226m, e a segunda a 1525m. Assim, é possível dizer que os hidrocarbonetos podem não ocorrer necessariamente no intervalo de *Bright Spot*, mas nos intervalos próximos a ele. Como a anomalia é causada

pelo contraste de impedância acústica onde o principal causador dessa característica é a mudança litológica, assim, a interface argila-calcário pode ter gerado a anomalia nesse intervalo. Por fim, analisando os perfis para o último intervalo onde ocorre a anomalia, de 2432m a 2580m, observa-se que a densidade nesse intervalo é a mais alta do poço. Este fato pode ter ocorrido por fatores como a compactação e redução dos poros das rochas, em decorrência do aumento da profundidade; a idade das rochas constituintes desse intervalo; ou pelo fato dos folhelhos tornarem-se mais calcários com o aumento da profundidade. Observando o perfil sônico, nota-se que este intervalo apresenta alta velocidade de propagação da onda, e esta característica é influenciada pelo aumento da densidade no intervalo. Contudo, devido a grande variação na velocidade dentro de cada formação, a identificação das rochas a partir desse perfil torna-se complicada. Entretanto, sabe-se que a presença de rochas como os carbonatos geralmente está associada a altas velocidades (STEVANATO, A.C.R.S. 2011.). Assim como no intervalo anterior, a resistividade é muito baixa tornando essa sequência muito condutiva. Dadas as informações do relatório de poço, observa-se que o intervalo de *Bright Spot* pertence a região da formação Maestrichtian, e há um aumento substancial de gás registrado nessa região, de 2500m a 2591,7m. O Maestrichtian é uma sequência com características propícias ao armazenamento de fluidos, por apresentar rochas que podem ser armazenadoras como o calcário e rochas selantes como o folhelho, na parte mais profunda do poço. Amostras de óleo também são encontradas na faixa onde há porosidade efetiva, correspondente aos arenitos do Middle Eocene, a 1750m.

Discussão e Conclusões

Os resultados encontrados no presente estudo sugerem que o *Bright Spot* ocorre devido a mudanças litológicas e, a partir da análise dos perfis de poço para os intervalos onde ocorrem a anomalia, foi possível caracterizar regiões propícias ao armazenamento de fluidos de interesse. O conhecimento prévio da geologia da região estudada e o auxílio dos perfis dos poços foram fundamentais para realizar a interpretação, pois estes possibilitaram inferir a possível litologia causadora das variações na resistividade, porosidade efetiva, densidade e velocidade de propagação da onda e as causas do *Bright Spot* para cada intervalo observado. Dessa forma, no poço 1, pôde-se afirmar que o primeiro intervalo de *Bright Spot* ocorreu devido a interface areia-argila, enquanto o segundo intervalo foi causado pela mudança litológica e pela presença de gás nessa região. O terceiro intervalo resultou da presença da interface gerada pelos arenitos e argilitos constituintes do intervalo. Esta anomalia precede o topo da formação Frigg, a qual é caracterizada pela alta porosidade efetiva, que é uma propriedade importante para armazenar fluidos de interesse. Assim, nessa região, foram localizadas amostras de gás e óleo. O quarto intervalo deve-se a outra mudança litológica, causada pela transição das formações Heimdal e Maureen, onde também foram encontradas amostras de gás, porém em menor quantidade do que no intervalo anterior. No caso do poço

2, o primeiro intervalo no qual ocorre a anomalia, foi caracterizado pela interface arenito-argila, devido essa região se estender na in-line, indicando o alto contraste de impedância e delimitando a possível mudança de litologia. Assim como ocorre no segundo intervalo, o qual é constituído por argila inconsolidada e leitos de areia. Os perfis do poço foram utilizados, assim como no poço 1, para classificar a litologia. Dessa forma, o terceiro e o quarto intervalo foram interpretados e foi possível concluir que podem ser regiões armazenadoras de gás e óleo, devido ao fato do terceiro intervalo (1290m a 1370m), apresentar argilas e finos leitos de calcário, onde as argilas funcionam como um selante e os calcários, que seriam armazenadores de fluidos. Em maior profundidade, estão presentes arenitos que também podem ser rochas armazenadoras. Assim, a partir das informações a respeito do poço, pôde-se confirmar a presença de duas amostras de hidrocarbonetos próximos a esse intervalo, no *Upper Eocene*. A primeira, a 1226m, em um arenito e a segunda, a 1525m, em um fino veio de arenito. Na profundidade de 1700m também foram detectadas amostras de óleo contidas em um arenito fino localizado nessa região. A respeito do quarto intervalo (2432m a 2582m), localizado na formação Maestrichtian, também foi identificada como uma possível região armazenadora de hidrocarbonetos, devido a fato de haver areias intercaladas com lamitos e leitos de areias sobrepostos aos calcários. A partir do relatório de poço, além no aumento de gás a 2500m citado anteriormente, foram identificadas amostras de hidrocarboneto de 2140m a 2200m, de 2340m a 2395m e de 2505m a 2530m, na região próxima ao *Bright Spot* em veios de calcário e arenitos. Os resultados mostram diferentes regiões onde o *Bright Spot* pode ocorrer para indicar a presença de hidrocarbonetos ou gás. Dessa forma, o atributo é interessante devido a sua capacidade de mostrar zonas de mudanças litológicas que podem retratar armadilhas para armazenar fluidos de interesse, devido ao contraste de impedância acústica que seria causador do aumento de refletividade no intervalo. Litologias como a argila, que seria a camada selante do reservatório e o arenito ou calcário, que seriam as rochas armazenadoras do fluido de interesse, quando a onda compressional atravessa esses meios, é possível identificar as características desses materiais, a partir do contraste de impedância acústica, da mudança da resistividade, de densidade e até a porosidade das rochas. Assim, o atributo é eficiente para indicar regiões propícias para a exploração. Entretanto, deve-se lembrar que o *Bright Spot* é um indicativo e não um determinante da presença desses materiais, então, a correlação do atributo Energia aplicado ao dado sísmico, às informações dos perfis de poço e às informações sobre a geologia esclarecem os indicativos dado pelo *Bright Spot*.

Agradecimentos

Agradecimentos, principalmente, à Total, por ceder o dado sísmico e os relatórios dos poços que foram fundamentais para realizar o trabalho. A dGB *Earth Sciences*, por disponibilizar o *software Opendtect* gratuitamente, o qual foi imprescindível para análise dos poços e é uma importante ferramenta de interpretação

sísmica. Por fim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Referências

Aguiar, L. F. 2017. Análise de atributos na identificação de feições sísmicas associadas à presença de hidratos de gás na Bacia da Foz do Amazonas. Trabalho de conclusão de curso da Universidade Federal Fluminense. 20-25.

dGB Earth Sciences B. V, 2016. Introduction To OpendTect & OpendTect Pro. Manual de Treinamento. 28-32,112-123.

He, Y., Zhu, J.T., Zhang, Y.Z., Liu, A.Q. and Pan, G.C. 2017. The Research and Application of Bright Spot Quantitative Interpretation in Deepwater Exploration. Open Journal of Geology, 7. 588-601.

Satinder, Chopra. Marfurt, Kurt J. 2005. Seismic Attributes – A historical perspective. 75th Anniversary Society of Exploration Geophysicists. Geophysics, Vol. 70, NO. 5 (September-October 2005); 5-6.

Stevanato, A.C.R.S. 2011. Análise Petrofísica de Reservatórios. Trabalho de conclusão de curso da Universidade Estadual de Campinas. 20-22.

Trewin, N. H. 2002. The Geology Of Scotland. Geological Society, London. 4th edition. 462-464, 323.