

INTEGRAÇÃO DE DADOS “GEOLÓGICOS, GEOQUÍMICOS E GEOFÍSICOS” UTILIZADA NA PROSPECÇÃO DE HIDROCARBONETOS

Hiago Felipe Garcia Gardioli

José Delerme de Castro Junior

Thales Guarini Gomes¹

Ednéa Zandonadi Brambila Carletti²

RESUMO

O petróleo hoje é a forma de combustível mais utilizada no mundo, desde sua formação através dos hidrocarbonetos até a sua exploração com a aplicação de métodos de alta compressibilidade deve ser considerar uma serie de fatores. Na atualidade a aplicação da geológica tem fundamental importância quando integrada a geofísica e a geoquímica, através da junção dos três métodos temos uma avaliação completa do recurso a ser explorado. Deve-se levar em conta que o complemento dos métodos se da através de modelos e estudos que são aplicados em campo ou laboratório, como principal fonte de informação se obtém classificação das rochas, índice de produtividade do poço, qualidade e viabilidade do óleo além de uma serie de fatores que auxiliam efetivamente na relação entre exploração e custo.

Palavras-chave: Geologia. Geoquímica. Geofísica. Hidrocarboneto.

ABSTRACT

Petroleum is the most widely type of fuel in the world today. Since its formation through the hydrocarbons to its exploration using high compressibility methods it should consider a number of factors. At the present time the application of geology has fundamental importance when integrated to geophysics and geochemistry, through the junction of these three methods it is possible to obtain a full assessment of the resource to be explored. It should take into account that the complement of methods is given through models and studies that are applied in field or laboratory, as main information is obtained the classification of rocks, well production rate,

¹ Graduandos em Engenharia de Petróleo e Gás na Faculdade Multivix Cachoeiro de Itapemirim

² Doutoranda em Ciências da Educação pela Universidade Autônoma de Assuncion (UAA). Mestre em Ciência da Informação (PUC-CAMPINAS). Especialista em Informática na Educação (IFES). Graduada em Pedagogia (FAFIA). Professora e Coordenadora de Pesquisa e Extensão da Multivix Cachoeiro de Itapemirim.

petroleum quality and viability beyond a number of factors that helps effectively in the relationship between exploration and cost.

Keywords: Geology. Geochemistry. Geophysics. Hydrocarbon.

1 INTRODUÇÃO

Em uma prospecção de hidrocarbonetos primeiramente deve-se fazer um estudo geológico da área a ser explorada, que este se beneficia de três importantes métodos chamamos de: geologia de superfície, aerofotogrametria e geologia de subsuperfície. Utilizando estes métodos os geólogos coletam dados de rochas que podem ser de grande importância para a prospecção, contendo informações das características e estrutura das rochas na subsuperfície. Analisando os dados, utiliza-se da geofísica que busca refinar esse diagnóstico através dos seguintes métodos: magnético, gravimétrico e a sísmica de reflexão. Com a realização desses procedimentos, se tem um aumento na precisão dos pontos de interesse para a entrada de novos métodos junto à perfuração.

Realizada juntamente com a perfuração de poços a geoquímica é outro método necessário, em que recolhe informações das rochas da subsuperfície em forma de amostra de calha proveniente da lama de perfuração ou de um testemunho. Nessa fase é a confirmação definitiva de que os dados obtidos e a análise realizada com os métodos anteriores estavam corretos.

Diante deste cenário, o objetivo deste artigo é expor através de revisão bibliográfica a importância e a aplicação de métodos da geologia, geoquímica do petróleo e geofísica em uma prospecção de hidrocarbonetos, bem como propor que o perfeito entrelaçamento desses métodos e uma correta análise reduzem drasticamente as margens de erros na perfuração. Com isso justificam-se os estudos e tempo investidos nesses métodos que antecedem a perfuração e que se confirma com os métodos durante a perfuração, evitando assim erros e gastos desnecessários na abertura de um poço.

2 MÉTODOS DA GEOLOGIA DO PETRÓLEO APLICADOS NA PROSPECÇÃO DE

HIDROCARBONETOS

Bacias sedimentares são áreas deprimidas da crosta terrestre, normalmente associadas com algum tipo de processo tectônico, são classificadas de acordo com sua posição acima do embasamento cristalino mais antigo, conforme ilustra a Figura 1. As bacias sedimentares acumulam detritos de rochas mais antigas, metamórficas e ígneas, pelo intemperismo, como também substâncias químicas como cloreto, sulfatos e sulfetos, além de restos orgânicos, que tendem a consolidar à medida que são depositados, recebendo sobrecarga de sedimentos mais jovens, transformando-se assim em rochas sedimentares, apenas 80% do total de bacias concentram-se recursos petrolíferos (CAMPOS, 1982).

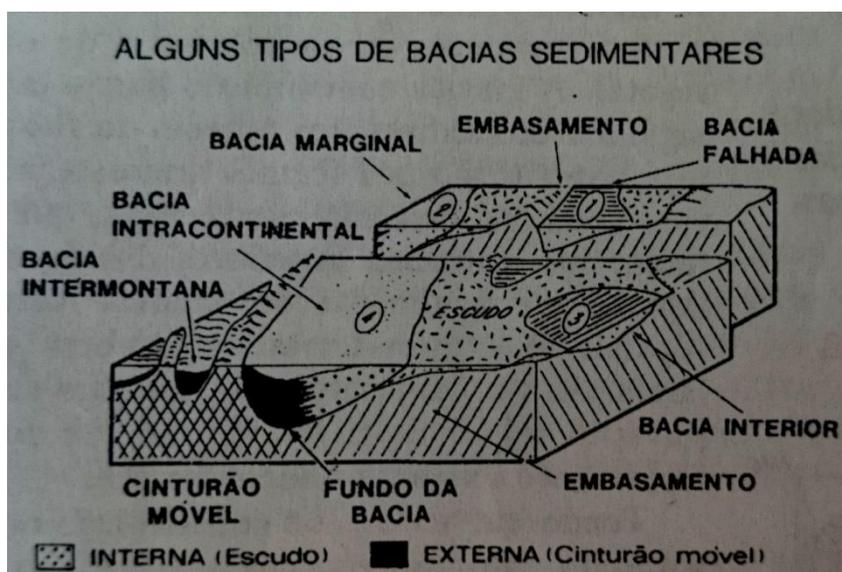


Figura 1 – Tipos mais comuns de bacias sedimentares conforme sua posição na crosta terrestre

Fonte: Campos, 1982

A matéria orgânica que foi depositada juntamente com os sedimentos em ambiente anóxico deve passar por um processo de sete estágios bem definidos e diferenciados, conhecido como sistema petrolífero. Nos quais a matéria orgânica se transforma em querogênio com a ação da temperatura e soterramento.

De acordo com Campos (1982) o potencial gerador é o primeiro estágio no qual se observa a capacidade da rocha geradora iniciar o processo de geração de petróleo e gás natural, com pressão, tempo geológico e evolução termoquímica agindo sobre

ela, essas rochas geralmente são folhelhos negros e lamas carbonáticas, são as primeiras a serem depositadas nas bacias, suportando toda pressão causada pelos outros sedimentos sobrepostos.

A evolução termoquímica vem como segundo estágio do processo, ao qual corresponde ao aumento de temperatura relacionado diretamente com a profundidade, observa-se quatro fases distintas nesse estágio, chamados de diagênese, catagênese, metagênese e metamorfismo. Diagênese é uma fase na qual pode-se encontrar somente o gás bioquímico a uma temperatura de até 60° (THOMAS, 2001).

De acordo com Campos (1982) a fase catagênese se inicia logo após o limite de temperatura da diagêneses, chegando até 165°, quebrando as cadeias mais complexa do querogênio, podendo dar origem a máxima produção de hidrocarbonetos na forma líquida, podendo ser encontrados nessa fase o gás úmido e metano.

A metagênese é o ultimo estágio termoquímico que gera hidrocarbonetos de acordo com Celino (2015), se obtém nessa fase o gás termoquímico, essa que é chamada de janela de geração de gás seco. Segundo Dias (2013) o metamorfismo inicia acima de 210° indo até 240° onde se encontra hidrocarbonetos em forma sólida, como o mineral grafita. A Figura 2 demonstra o processo graficamente.

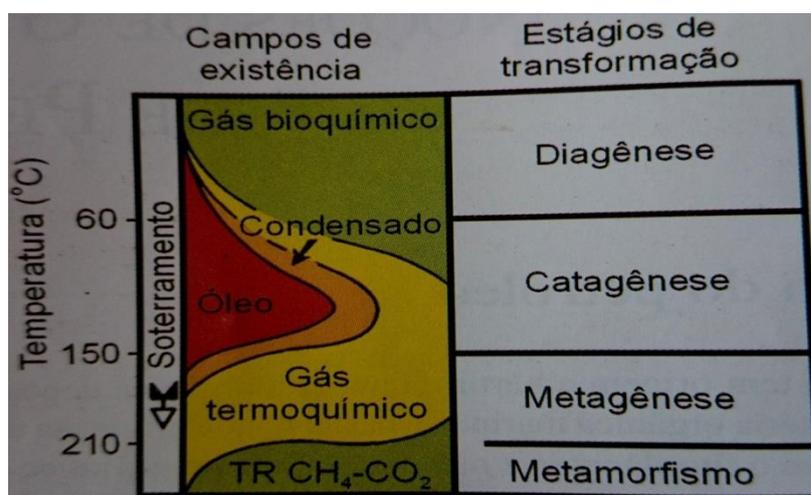


Figura 2 – Evolução termoquímica da matéria orgânica e a geração do petróleo e gás

Fonte: Thomas, 2001

Após ocorrer todas as fases do sistema petrolífero e o petróleo e gás natural estiverem formados, o óleo começa a sua caminhada até os reservatórios, processo denominado migração, como a rocha geradora está sobre grande pressão o óleo tende a seguir caminhos aliviados, chegando até a rocha onde se acumula nomeada rocha reservatório essa que tem espaços vazios em seu interior, espaços estes chamados de poros, e permeabilidade que permite a circulação dos hidrocarbonetos através dos poros interconectados (THOMAS, 2001).

Para que o petróleo não chegue à superfície e se perca, acima das rochas reservatórios deverá existir uma rocha que não permita o caminho contínuo do fluxo, sendo de baixa permeabilidade, alta plasticidade e não contenha poros interconectados, estas são chamadas de rochas selantes ou capeadoras (DIAS, 2013).

Segundo Campos (1982) com configuração geológicas que aprisionam o óleo e o gás nos reservatórios as trapas ou armadilhas devem ser constituídas de uma combinação entre rocha selantes, rocha reservatório e alguma estrutura geológica do tipo falha ou dobra.

Para que os hidrocarbonetos se acumulem em quantidades economicamente exploráveis nas rochas reservatórios, porosas e permeáveis, de uma bacia sedimentar são necessários que ocorram, em sincronia espacial e temporal, os sete fatores do Sistema Petrolífero, caso contrário o petróleo se perderá irremediavelmente (CAMPOS, 1982).

Descobrir uma jazida de petróleo é uma tarefa árdua e difícil. Só após longo estudo do subsolo em uma bacia sedimentar, geólogos, geofísicos e geoquímicos decidem se partem ou não para a próxima etapa mais onerosa da perfuração (DIAS, 2013).

A geologia de superfície é a primeira etapa a ser executada em uma prospecção de hidrocarbonetos. Através do mapeamento das rochas que afloram na superfície, o geólogo pode inferir os limites de uma bacia sedimentar e especular se ela apresenta alguma condição de armazenar hidrocarbonetos (THOMAS, 2001). São construídos mapas geológicos através da aerofotogrametria e das imagens de

satélite, que devem ser constantemente atualizados. Nestes mapas, são excluídas as áreas que apresentam somente rochas do embasamento cristalino próximas da superfície, assim como bacias sedimentares estreitas e pouco profundas (THOMAS, 2001; DIAS, 2013).

A aerofotogrametria consiste no sobrevoo em uma determinada região é normalmente feito para poder construir um mapa base, utilizando-se um avião com velocidade, altitude e direção de voo constante e controlada. Determinam-se então através das fotos aéreas as feições geológicas como dobras, falhas e o mergulho das camadas geológicas. Em regiões com ausência de vegetação a aerofotogrametria permite a identificação direta das rochas aflorantes (THOMAS, 2001; DIAS, 2013).

O método de geologia de subsuperfície é executado a partir de um poço exploratório. É um método que envolve altos custos e altos riscos. A sua localização deve ser criteriosamente analisada. Por outro lado ele é um método confiável, pois o geólogo pode trabalhar diretamente nas mostras de rochas da subsuperfície, utilizando diferentes técnicas, tais como amostragem de calhas ou descrições de testemunhos, na avaliação das estruturas com potencialidade de acumulação de petróleo (THOMAS, 2001).

3 CONTRIBUIÇÃO DA GEOFÍSICA PARA A PROSPECÇÃO DE HIDROCARBONETOS

A geofísica, cujo significado mais amplo é a contribuição da física para o estudo da Terra, utiliza aparelhos, normalmente de alta precisão, que fazem medições das variações contrastantes, relacionadas com alguma propriedade física do meio. As medições geofísicas após serem feitas devem ser posteriormente processadas e devidamente interpretadas para o bom entendimento da geologia de superfície, ajudando também na locação de poços perfurados para diversos fins (DIAS, 2013).

A geofísica, apesar de interpretativa, utiliza-se de levantamentos capazes de cobrir extensas áreas, a custo benefício relativamente baixo. Os métodos geofísicos mais utilizados na prospecção de hidrocarbonetos são magnetometria, gravimetria e

sísmica de reflexão.

Hoje em dia estamos familiarizados com o magnetismo terrestre. O uso da bússola é uma prova da existência do campo geomagnético. Este instrumento nada mais é que uma agulha metálica imantada livre para girar, sendo atraída pelos polos magnéticos da Terra (TEIXEIRA et al. 2000).

A unidade de medida do campo magnético é o Gauss que equivale a $10^{-4}T$ (tesla), sendo uma unidade muito grande para medir uma anomalia oriunda de rochas. A subunidade empregada é o nanotesla ($10^{-9}T$) equivalente ao gamma (KEAREY E OUTROS, 2009). O campo geomagnético interno da Terra, não distorcido pela presença de anomalias magnéticas oriundas da Litosfera, varia entre 25.000 a 70.000 gammas.

Em magnetometria utilizamos o próprio campo geomagnético para fazer o levantamento (KEAREY; BROOKS; HILL, 2009), que pode ser tanto terrestre quanto marítimo, utilizado também em levantamentos aéreos (DIAS, 2013). Uma anomalia magnética ou distorção no campo geomagnético obtida na prospecção de petróleo e gás é da ordem de 1 a 10 gammas (THOMAS, 2001).

O método magnético é utilizado no início da prospecção de petróleo para determinar os limites das bacias sedimentares, tanto o assoalho constituído pelo embasamento cristalino quanto à lateralidade e extensão das rochas sedimentares. As anomalias magnéticas perceptíveis, através de aparelhos denominados de magnetômetros, estão relacionadas com o conteúdo desigual de minerais com caráter magnético disseminado nas rochas, originando um contraste na propriedade física conhecida como susceptibilidade magnética. Existem vários tipos de rochas magnéticas, porém o mineral mais magnético encontrado nas rochas do embasamento cristalino é a magnetita. Obtém-se o assoalho da bacia porque o intemperismo age na transformação dos minerais magnéticos contidos nas rochas do embasamento cristalino aflorado, fazendo com que os sedimentos depositados nas bacias sedimentares sejam pobres em magnetita, que é transformada em minerais de argila. O forte contraste na susceptibilidade magnética entre as rochas sedimentares

e rochas do embasamento cristalino é o que determina a localização da interface delimitadora da bacia ou seu arcabouço, que depois de analisado e tratado gera o mapa de anomalias magnéticas mostrado na Figura 3.

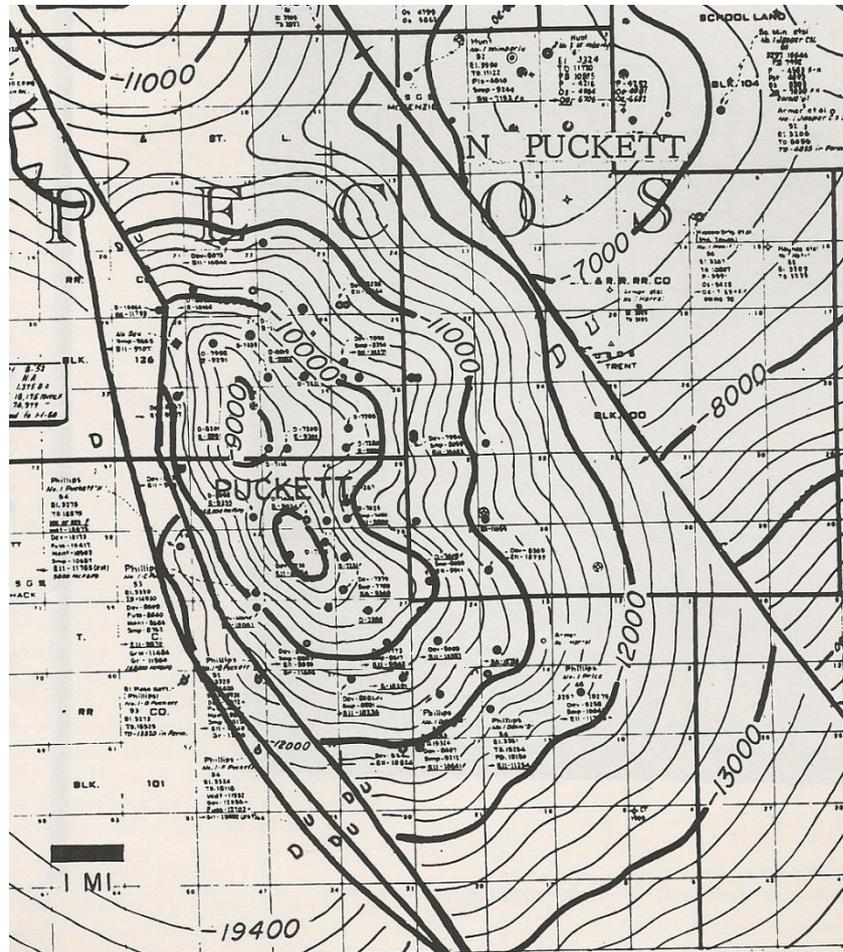


Figura 3 - Mapa de contorno da topografia de subsuperfície, mostrando o arcabouço estrutural formado por dois altos do embasamento cristalino separados por falhas. Os pontos em negritos são perfurações realizadas bem sucedidas

Fonte: Steenland, 1965 apud Dias, 2013.

A gravimetria é um método geofísico de extrema importância para a exploração de petróleo e gás. Utiliza a variação do campo gravitacional da Terra causada por diferença de densidades das rochas (KEAREY; BROOKS; HILL, 2009). De acordo com Thomas (2001), o campo gravitacional varia de acordo com quatro fatores de correção considerados ruídos, entre eles estão latitude, elevação, topografia e marés, além de um fator interpretativo, relacionado com as variações de densidades das rochas em subsuperfície, importantíssimo para a prospecção de petróleo e gás. O método gravimétrico pode revelar a presença de rochas anômalas quanto à

densidade, a espessura dos sedimentos, rochas mais densas como as rochas ígneas e metamórficas, rochas menos densas como domos de sal e pode prever a existências de altos e baixos do embasamento cristalino em uma bacia sedimentar (THOMAS, 2001; DIAS, 2013).

De acordo com Dias (2013) medições da gravidade só são possíveis pelos aparelhos denominados gravímetros, que na sua parte mecânica, mais bem protegida, são constituídos por uma massa diminuta suspensa por uma mola sensível de quartzo fundido mais fino do que um fio de cabelo. As variações causadas pelas diferenças de gravidade fazem variar o comprimento da mola, permitindo a medição da gravidade das rochas com grande precisão.

Após as medições obtidas nos levantamentos e as correções realizadas no processamento de dados, o gráfico a ser interpretado possui duas linhas de anomalias gravimétricas, mostradas na Figura 4. A linha tracejada representa a curva de anomalias observadas com o gravímetro, fixadas como invariantes. A linha cheia representa a curva de anomalias calculadas, que se ajustam às anomalias invariantes, através de fórmulas matemáticas interpretativas do arcabouço estrutural das bacias sedimentares.

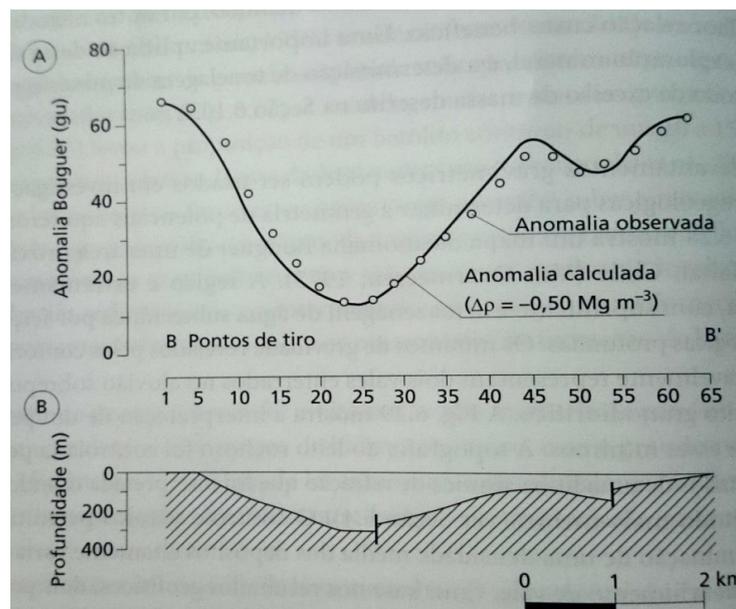


Figura 4 - (A) Anomalia Bouguer observada e calculada para um modelo com densidade ($\Delta\rho$) de - $0,50\text{Mg m}^{-3}$

Fonte: Kearey, Brooks, Hill, 2009

De acordo com Teixeira et al (2000) após corrigidos os ruídos indesejáveis, os gravímetros são capazes de gerar as anomalias positivas e negativas. As negativas são anomalias geradas por rochas de baixa densidade, comuns em domos salinos, em rochas sedimentares quando comparadas com rochas do embasamento cristalino ou em cadeias montanhosas, por terem raízes profundas e densidades relativamente mais baixas do que as rochas do Manto litosférico. A Figura 5 mostra uma acentuada queda de gravidade que coincide com o setor de maior profundidade do granito, de densidade menor do que as demais rochas encaixantes, de maior densidade.

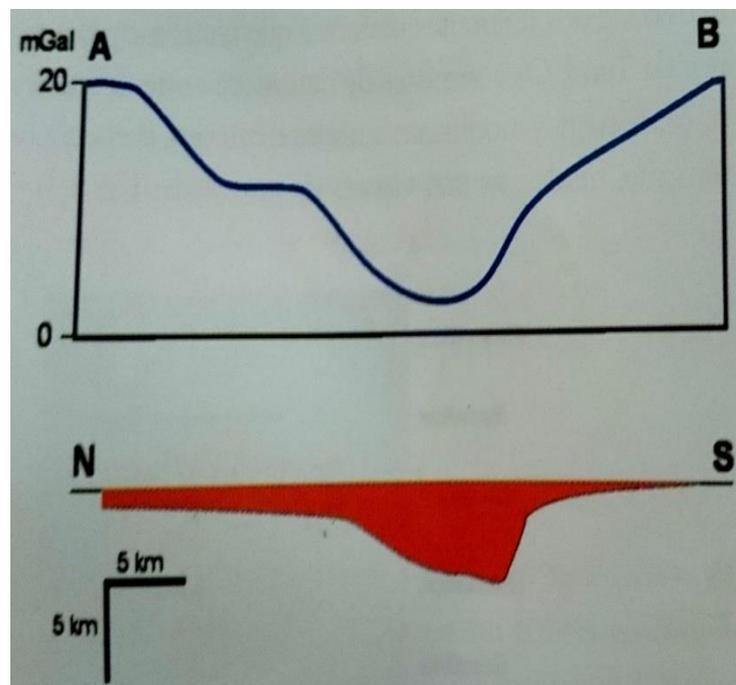


Figura 5 - Anomalia negativa causada pelo granito Tourão.

Fonte: Teixeira et al (2000)

Ainda segundo Teixeira et al (2000), as anomalias positivas são as que têm o valor medido de gravidade maior que o previsto, causadas por minerais de alta densidade, que são comuns onde há intrusões de magmas básicos, mais densos que as demais rochas encaixantes, como mostra a figura 6.

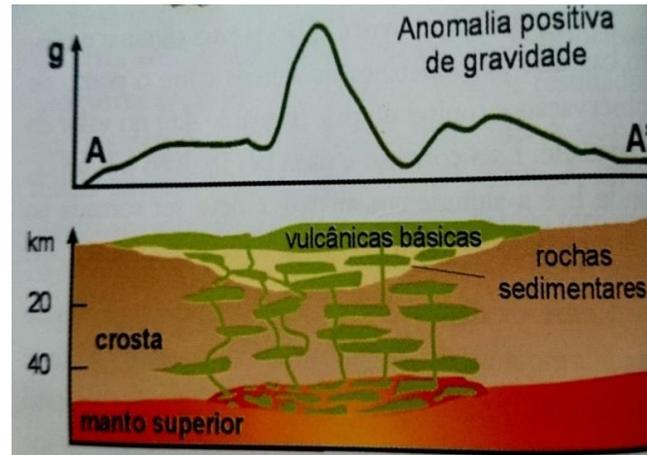


Figura 6 - Anomalia positiva de gravidade, causada por rochas intrusivas e vulcânicas de alta densidade
 Fonte: Teixeira et al (2000)

Assim como toda interpretação geofísica as gravimétricas também fornecem um mapa de anomalias, denominado de mapa de anomalias Bouguer, em homenagem a Pierre Bouguer pelos estudos no século XVIII, sobre a força de atração gravitacional (TEIXEIRA et al, 2000) A figura 7 representa o mapa de anomalias Bouguer da América do Sul e áreas marinhas circunvizinhas, mostrando várias anomalias gravimétricas, variando em uma escala que vai de 60 mGals positivos até 380 mGals negativos, relacionada com a Crosta continental e com a Crosta oceânica, tendo por base o Manto litosférico, formando as compensações isostáticas (DIAS, 2013).

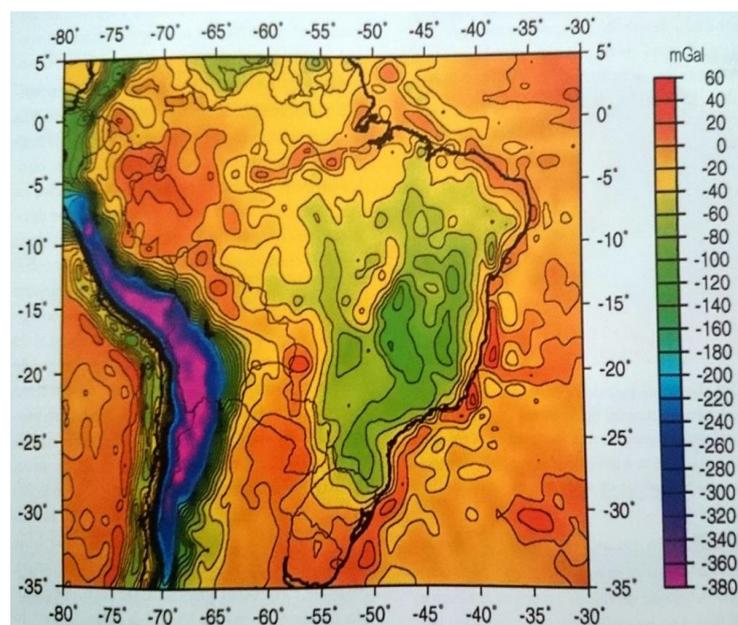


Figura 7 - Mapa de anomalias Bouguer do continente sul americano e áreas marinhas circunvizinhas
 Fonte: Teixeira et al (2000)

De acordo com Kearey, Brooks, Hill (2009) um levantamento sísmico é a representação de ondas acústicas, que se propagam pela subsuperfície, criadas por uma fonte controlável, algumas destas ondas voltando para a superfície após terem sofrido refração ou reflexão nas camadas de rochas sedimentares.

Para obter dados sísmicos é necessário utilizar equipamentos de última geração capazes de medir o tempo de chegada da onda, esta que são causadas por fontes tais como dinamite e vibrador no caso de levantamento em terra. Canhões de ar comprimido são utilizados para levantamento no mar. Esses pulsos penetram na formação rochosa das bacias, refratando ou refletindo de forma que retornam a superfície com informações valiosas para a pesquisa de petróleo e gás (THOMAS, 2001).

Após os pulsos retornarem a superfície, estes encontram os receptores, equipamentos que captam os pulsos com as informações, existem dois tipos. Os eletromagnéticos, também conhecidos como geofones, que são utilizados para levantamentos em terra. Os hidrofones são utilizados em levantamentos no mar (THOMAS, 2001). As oscilações elétricas são transmitidas até o sismógrafo (Figura 8), onde são digitalizadas, multiplexadas e registradas após depurados e amplificados eletronicamente.



Figura 8 - Sismógrafo

Fonte: AFC GEOFÍSICA acesso em 23/03/2015

A sísmica de reflexão é obtida através das ondas sísmicas que são os pulsos criados a partir de uma fonte, propagando-se em todas as direções. São quatro os tipos de ondas sísmicas divididas em dois grupos: ondas de corpo e ondas superficiais.

Ondas de corpo são de dois tipos, compressionais ou ondas P e de cisalhamento ou ondas S. As ondas tipo P se propagam por deformação comprimindo e expandindo apenas na direção da onda (Kearey, Brooks, Hill, 2009) e trafegam mais rapidamente pelo interior da terra de acordo com Dias (2013). A onda de cisalhamento ou onda S trafega de um modo perpendicular à direção de propagação da onda. As ondas superficiais agem na superfície terrestre, pois não conseguem atingir grande profundidade, pois sua energia cai rapidamente. Também são representadas de dois tipos, ondas Rayleigh e ondas Love.

A Rayleigh é a onda mais comum na sísmica de superfície, viaja entre dois sólidos não similares movimentando elipticamente e retrogradamente num plano perpendicular envolvendo os tipos de onda S e P (TEIXEIRA et al, 2009; KEAREY, BROOKS, HILL, 2009; DIAS, 2013), a velocidade da Rayleigh depende das constantes elásticas na superfície ou próxima a ela. As ondas Love são de movimentação paralela e perpendicular à direção de propagação e possui velocidade menor que as ondas S (DIAS, 2013).

São dois os tipos de sísmica, refração e reflexão. Segundo Thomas (2001) o método sísmico de refração registra somente ondas refratadas com ângulos críticos, somente sendo possível investigar as camadas mais superficiais da Terra. Este método não é muito empregado na prospecção de hidrocarbonetos, por isso não será descrito detalhadamente.

Método sísmico de reflexão é o mais utilizado na prospecção de petróleo e gás, descrevendo com alta resolução as camadas sobrepostas na subsuperfície, propícias a acumulação de hidrocarbonetos (THOMAS, 2001). Para um levantamento sísmico, é necessário que todos os equipamentos estejam posicionados de modo que os receptores estejam distantes entre 20 e 50 metros um

do outro. Os receptores captam o pulso e mandam a informação para o sismógrafo, que por sua vez faz o registro sísmico, representado em forma de mapa como mostrado na figura 9.

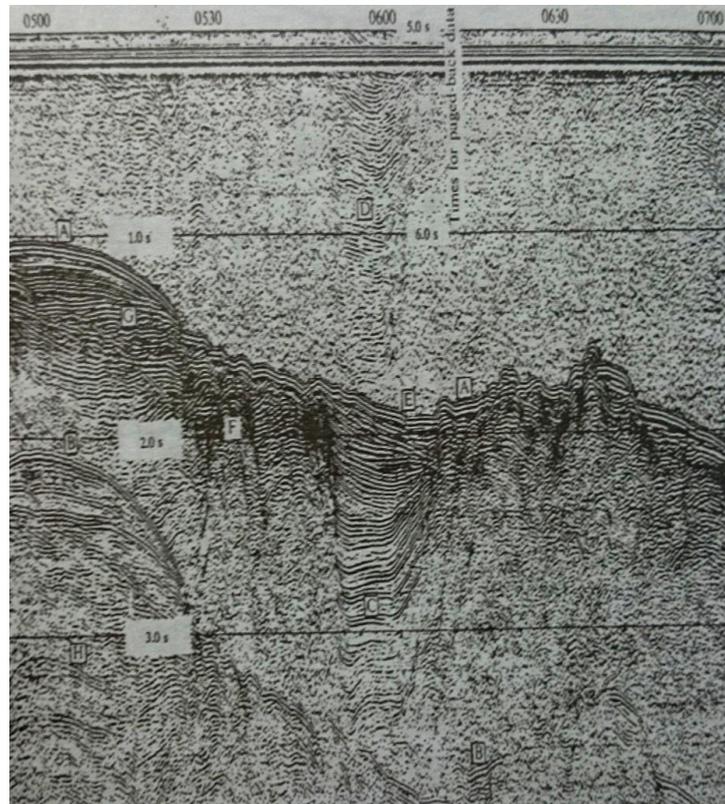


Figura 9 - Perfil sísmico de região marinha do Japão

Fonte: Telford et al. apud Dias 2013

4 MÉTODOS GEOQUÍMICOS E SUAS CONTRIBUIÇÕES

Segundo Lopes et al. (2008) a geoquímica do petróleo inicialmente visava apenas auxiliar na prospecção através da caracterização do óleo, hoje além de ter um papel importante na prospecção de hidrocarbonetos, com a combinação de seus métodos de análises laboratoriais, tem como alvo a caracterização da matéria orgânica, o tipo de fluido contido no reservatório, o estudo completo do poço aberto, através da geoquímica é possível desenvolver um caminho para a exploração, com maior chance de encontrar óleo e gás com qualidade e quantidade viável economicamente.

Amostra de Calha são fragmentos de rochas cortados pelo avanço da broca e

trazidos à superfície pelo fluido de perfuração, são esses fragmentos que carregam consigo toda informação do poço que está sendo perfurado, as amostras de calha são coletadas a cada 3 metros em zona de interesse (BRAGA, 1996; RABE et al, 2003). Essas rochas passam por uma lavagem com água e secagem de aproximadamente 40°C, com objetivo de eliminar materiais indesejados, garantindo assim uma amostra limpa para as análises que irão sofrer posteriormente (MISSÁGIA, 1996).

As amostras de testemunho são cilíndricas de rocha, feitas geralmente em rochas muito moles, como areia e argila do subsolo oceânico, porém, pode-se obter testemunhos de uma rocha dura, neste caso brocas de perfuração especiais são utilizadas por serem ocas chamadas de "brocas de testemunhagem". Em intervalos de tempo, os testemunhos são puxados para a superfície e encaminhados para lavagem e análise. (SCHLUMBERGER, Acesso em: 30 set. 2015). Alguns dos métodos da geoquímica realizado nas amostras de calha e testemunho são:

- Carbono Orgânico Total;
- Petrografia Orgânica;
- Pirólise de Rock-Eval.

De acordo com Lima (2004) carbono orgânico total (COT) é um método de extrema importância, pois é um indicador de quantidade de matéria orgânica, onde as amostras de calha e testemunho recolhidas do poço na perfuração são levadas a um aparelho onde é feita a combustão da amostra e o CO₂ que é liberado é carregado até a célula de infravermelho, onde ele é detectado. Fazendo com que a amostra fique mais leve, depois do processo faz-se a porcentagem de COT em relação ao peso da amostra. Os potenciais de geração são contabilizados de 0 até < 4%, como demonstra a Tabela 1.

TABELA 1 - POTENCIAL DE GERAÇÃO DE HIDROCARBONTOS

Potencial de Geração de Hidrocarbonetos		COT (%)
Baixo	0 – 0,5	
Médio		0,5 – 1,0

Alto	1,0 –2,0
Muito alto	2,0 –4,0
Excelente	> 4,0

Fonte: Silva (2007)

A petrografia orgânica consiste em um estudo laboratorial da matéria orgânica contida nas amostras de calha e testemunhos, onde se consegue analisar morfologia, transmitância e refletância do querogênio, através da petrografia orgânica conseguimos distinguir os tipos de matérias orgânicas, que são os principais.

- Matéria orgânica amorfa: Materiais que não possuem estrutura, podendo ser ou não fluorescentes, apresentando transformação de alto grau em hidrocarbonetos. A ausência da cor luminosa pode indicar ser uma matéria orgânica oxidada ou termicamente muito evoluída, com pouco ou quase nenhuma contaminação de hidrogênio. Com evolução térmica, a matéria orgânica amorfa tende a perder hidrogênio durante a geração de óleo e gás, fazendo com que a fluorescência do tipo se perca naturalmente (LIMA, 2004).
- Matéria orgânica liptinítica: Estas são esporomorfos que inclui cutículas, esporos, acritarcas algas estruturadas, pólenes, resinas e betume. Em processo não tão avançado da maturação com fluorescência, com a evolução térmica esse tipo de matéria orgânica tem uma boa taxa de transformação em hidrocarbonetos (SOUZA; MENDONÇA FILHO; MENEZES, 2008).
- Matéria orgânica lenhosa por sua vez engloba partes de vegetais superiores terrestres, estruturados e com moderada transmitância. Contendo restos orgânicos oxidados e opacos. Apresentando baixa concentração de hidrogênio, sua taxa de transformação em hidrocarbonetos é pequena. (LIMA, 2004).

Segundo os autores Misságia (1996), Silva (2007), pirólise de Rock-Eval é uma técnica a qual se simula em laboratório o processo natural da maturação da matéria orgânica. O método consiste no aquecimento da amostra de 25 a 600°C por

aproximadamente 30 minutos, durante esse processo são liberado gases e esse processo é registrado através de picos (S1, S2, S3) mostrado na figura (10).

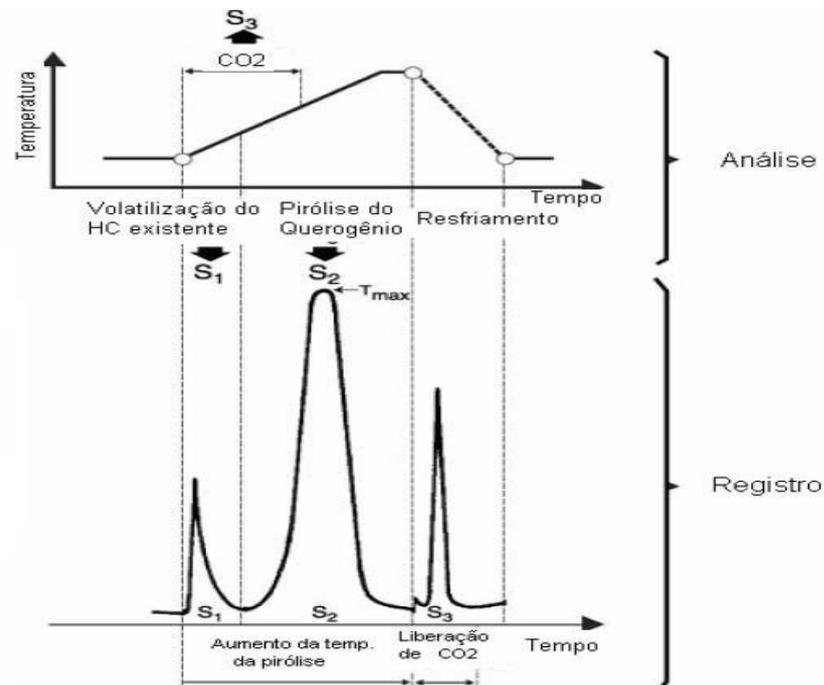


Figura 10 - Ciclo de análise e exemplo de pirograma obtido como resultado da Pirólise Rock-Eval.

Fonte: Silva (2007).

O pico S1 representa a quantidade de hidrocarbonetos livres que são volatizados a temperaturas inferiores a 300°C, fornecendo a quantidade de hidrocarbonetos que não sofreram migração (MISSÁGIA, 1996). Em seguida em torno de 300 a 600°C ocorre a pirólise do querogênio onde o pico S2 corresponde aos hidrocarbonetos produzidos pelo craqueamento do querogênio. O T_{max} indica a temperatura onde ocorre a maior geração de hidrocarbonetos. O pico S3 corresponde ao teor de CO₂ (Dióxido de Carbono) durante a degradação do querogênio (PTG, acesso em: 14 mar. 2015).

5 CONCLUSÃO

As realizações dos métodos de prospecção são tidas como métodos preparatórios para trazer como resposta a viabilidade de uma perfuração. Assim, busca-se evidenciar pontos em uma região que possua anomalias. Anomalias estas juntamente a integração dos dados geológicos, geofísicos e geoquímicos,

aproximando ao máximo os locais em condições mais viáveis para a exploração de hidrocarbonetos.

Contudo, não só a viabilidade, mas o tempo de funcionamento, bem como a extensão das jazidas exploradas são estimadas através de simulações e dados coletados pelos procedimentos metodológicos aplicados. Entregando dados mais concretos e auxiliando muito na tomada de decisão para fazer a perfuração, pois essa fase possui custos muito elevados para ocorrer tentativas falhas para alcançar as jazidas.

Através dos métodos de prospecção expostos nesse artigo, buscou-se elucidar pontos importante que visam um esclarecimento dos métodos aplicados, assim como buscando também mostrar o beneficiamento da utilização dos métodos, e que utilizar-se do maior número de métodos possíveis trará uma maior precisão acerca da região que se busca explorar.

Entretanto, é necessário que se compreenda que um método não substitui o outro, mas traz dados que se complementam utilizando-se bem das interpretações, ou seja, reforça a ideia de que a utilização de mais métodos beneficia a questão de precisão e dando um maior suporte nas tomadas de decisão da viabilidade da exploração de determinadas áreas.

6 REFERÊNCIAS

AFC Geofísica. Disponível em: <http://www.afcgeofisica.com.br/metodos_sismicos>. Acesso em: 23 mar. 2015.

BRAGA, Luiz Carvalho. **Geologia e Geoquímica do Petróleo**. 1996. 16 f. TCC (Graduação) - Curso de Geologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 1996.

CAMPOS, C. W. M.. A Exploração de Petróleo no Brasil: Situação Atual e Perspectivas. **Ciências da Terra**, Salvador, v. 20, n. 6, p.5-17, 1982. Bimestral.

CLASSIFICAÇÃO dos depósitos minerais quanto a características especiais. 17 nov. 2011. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/pesquisamineral/?p=161>>. Acesso em: 17 mar. 2015.

DIAS, Adalberto da Costa. **Estudos da Terra e suas Implicações**

Práticas. Castelo: Facastelo/unes, 2013. 252 p.

HILL, Ian; BROOKS, Michael; KEAREY, Philip. **Geofísica de Exploração.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 438 p.

LIMA, Rafael de Azevedo. **Caracterização Geoquímica e Avaliação do Potencial Petrolífero Permo-Carbonífero da Bacia do Cacho-Paraná.** 2004. 53 f. Monografia (Especialização) - Curso de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/CapitalHumano/Arquivos/PRH17/Rafael-Azevedo-Lima_PRH17_UERJ_G.pdf>. Acesso em: 30 set. 2015.

LOPES, Joelma Pimentel et al. Geoquímica de reservatórios. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 1, maio 2008. Disponível em: <http://turmalina.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-75362008000200002&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 30 set. 2015.

MISSÁGIA, Roseane Marchezi. **Principais Análises Efetuadas na Geoquímica do Petróleo.** 1996. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Geologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 1996.

NOÇÕES de Geologia. Disponível em: <<http://www.petroleoetc.com.br/fique-sabendo/nocoas-de-geologia/>>. Acesso em 14 mar. 2015.

O MAGNETÔMETRO. Disponível em <http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0711041_09_cap_03.pdf>. Acesso em: 20 mar 2015.

PETROBRAS. Métodos de exploração. Disponível em: <http://sites.petrobras.com.br/minisite/premiotecnologia/pdf/TecnologiaExploracao_MetodosExploracao.pdf> Acesso em: 15 mar. 2015.

PGT. **Geologia do Petróleo.** 24 slides, color. Disponível em: <https://albertowj.files.wordpress.com/2010/03/geologia_do_petroleo.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2015.

RABE, Claudio et al. Caracterização de um folhelho da bacia de campos a partir de perfilagem de poços e ensaios de laboratório. Disponível em:<<http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/2/2074.pdf>> Acesso em: 30 set. 2015.

REDUÇÕES Gravimétricas. Disponível em: <http://www.iag.usp.br/~eder/agg0333/reducoes_gravimetricas.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2015.

SCHLUMBERGER. Núcleo. Glossario. Disponível em: <<http://www.planetseed.com/node/15867>>. Acesso em: 30 set. 2015.

SILVA, Carla Grazieli Azevedo da. **Caracterização Geoquímica Orgânica das Rochas Geradoras de Petróleo das Formações Irati e Ponta Grossa da Bacia do Paraná.** 2007. 212 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13344/000637033.pdf?...1>>. Acesso em: 30 set. 2015.

SOUZA, Igor Viegas Alves Fernandes de; MENDONÇA FILHO, João Graciano; MENEZES, Taíssa Rêgo. Avaliação do efeito térmico das intrusivas ígneas em um horizonte potencialmente gerador da Bacia do Paraná: Formação Irati. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 2, maio 2008. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/scielo.php?pid=S0375-75362008000400011&script=sci_arttext>. Acesso em: 30 set. 2015.

TEIXEIRA, Wilson et al (org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. 557 p

THOMAS, José Eduardo. **Fundamentos da engenharia de petróleo**. Rio de Janeiro: Interciencia, 2001. 272 p.