



Um Indicador do Valor da Informação Sísmica em Projetos de Exploração de Petróleo.

Alexandre A. Coelho, PETROBRAS; Saul B. Suslick, UNICAMP, Brasil

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

The assessment of exploratory opportunity has a fundamental importance in the upstream oil industry due to a high number of projects and the limited budget of the companies. The valuation of each project depends on the estimation of oil quantities from a given field which accuracy changes with the ability of measure the reservoir size. In the last decades, the technological progress positioned seismic data as a significant source of information for opportunities. Therefore, it is necessary that the technology used to get information should be incorporated at assessment process. This paper presents a methodology by using an indicator of seismic information which its value gives a degree of confidence of the technological seismic option used. This methodology also develops an option to estimate the value of imperfect seismic information for new surveys through the inclusion of the amount of data, its quality, the embedded geological model, the adequacy and performance of the technology used and others characteristics inherent of basin such as its signal-to-noise ratio that can influence the quality of the data. The main goal of this methodology is to support the assessment and ranking of exploratory opportunities giving valuable information to the decision process in a consistent and standard form. A case study presented shows that the indicator presents good performance by adjusting the opportunities, considering the most reliable outcomes and improving the decision-making process.

Introdução

As companhias de exploração de petróleo estão em constante busca por descobertas de novos campos para que suas reservas sejam mantidas, garantindo assim a sua sobrevivência. Tal necessidade leva as empresas a operarem em várias bacias petrolíferas e a trabalharem com grandes quantidades de oportunidades exploratórias. Como as companhias não dispõem de capital exploratório ilimitado, há uma necessidade de priorizar a carteira de oportunidades. Para proceder à priorização, é necessário antes atribuir um valor a cada opção. Ao priorizar oportunidades, o ato de escolher ou descartar um projeto caracteriza uma decisão que pode envolver montantes da ordem de dezenas a centenas de milhões de dólares. Como consequência, a atribuição de valor a uma oportunidade ganha importância e deve ser realizada da forma mais precisa possível.

Devido à impossibilidade de medir diretamente o volume da ocorrência, são realizadas estimativas com base em medidas indiretas, como as obtidas a partir dos dados sísmicos. A estimativa de fatores essenciais à acumulação de hidrocarbonetos (rocha geradora, migração, rocha reservatório, trapa e rocha selante) é subsidiada, dentre outras fontes, por informação sísmica. Resumidamente, a valoração de cada projeto depende das estimativas de probabilidade de ocorrência de HC e de seu volume, sendo que o valor atribuído será tão mais preciso quanto melhor for o desempenho da tecnologia sísmica utilizada para subsidiar as estimativas.

O avanço tecnológico obtido ao longo de décadas contribuiu para melhorar a qualidade dos dados sísmicos, transformando-os em uma fonte de informação cada vez mais precisa. Os ganhos obtidos com a evolução tecnológica na aquisição dos dados provenientes de levantamentos sísmicos como 3D, por exemplo, são conhecidos e já foram publicados por vários autores (Nestvold, 1992; Aylor, 1995 e Greenlee et al 2002). No entanto, esses benefícios apenas são obtidos quando os dados sísmicos possuem quantidade suficiente e atingem um determinado grau de qualidade. Segundo Yilmaz (2001), a qualidade da informação sísmica depende principalmente da parametrização do levantamento, das condições de superfície, do meio ambiente e das técnicas de processamento.

Atualmente existem vários tipos de tecnologias de aquisição e processamento de dados sísmicos, com níveis distintos de precisão e com diferentes resultados. Tanto a precisão como os resultados dependem do contexto geológico em que são aplicadas as tecnologias. Ao avaliar as opções de investimento com base nas estimativas de volume e de chance de ocorrência da acumulação, é imprescindível considerar que tipo de dado subsidiou as estimativas, se a tecnologia utilizada nos levantamentos e tratamento dos dados são apropriadas para gerar imagens do contexto geológico envolvido e qual foi a quantidade e qualidade desses dados.

Assim, para a priorização de projetos em uma carteira de dezenas ou centenas deles, provenientes de diferentes bacias, torna-se necessária aos decisores uma informação adicional e de grande importância que trata da confiabilidade dos dados utilizados nas estimativas. Tal informação necessariamente deverá contemplar as variáveis que interferem na qualidade dos dados como tecnologia utilizada de aquisição e processamento, contexto geológico envolvido e condições de superfície, para que o valor atribuído a um prospecto seja mais preciso. Uma vez que as medições não são diretas e, conseqüentemente, estão sujeitas a incertezas, o valor de um prospecto passa a depender também das tecnologias utilizadas na obtenção dos dados.

Este trabalho propõe uma metodologia para incorporar à priorização de oportunidades as tecnologias utilizadas na geração dos dados, partindo da premissa de que quanto maior a quantidade de dados e quanto melhor a qualidade, mais robustas poderão ser as estimativas, ou seja, maior será a chance de as estimativas estarem corretas. Esta metodologia gera um indicador que contempla em um único número a quantidade de dados e os principais fatores que interferem na qualidade: contexto geológico, tecnologia utilizada e condições de superfície. Além de servir para validar estimativas, informando sobre a quantidade e qualidade dos dados sísmicos que as subsidiaram, esse indicador pode ser utilizado na estimativa de valor da informação sísmica para levantamentos futuros.

Para a aplicação da metodologia proposta, foi desenvolvido um algoritmo e realizaram-se testes em casos hipotéticos. Essa aplicação prática tem a finalidade de mostrar com detalhes a metodologia, os cálculos e considerações nela envolvidos. No exemplo, foram considerados três projetos provenientes de diferentes bacias, com diferentes níveis de informação, que deverão ser escolhidos em ordem de interesse. Primeiro mostra-se como a metodologia incorpora as informações sísmicas já obtidas em cada área, de forma padronizada, para priorizar as oportunidades. Em seguida são apresentadas duas alternativas para estimar o valor da informação sísmica de futuros levantamentos.

Valor da Informação

A metodologia proposta utiliza o conceito clássico do valor da informação, adotado por Lohrenz (1967), Demirmen (1996), Gehardt e Haldorsen (1989), Coopersmith e Cunningham (2002). De acordo com esses autores, o valor da informação (VDI) pode ser definido como o incremento do valor do ativo após a aquisição da informação.

O valor do ativo é estimado pelo valor monetário esperado do projeto (VME):

$$VME = ps \cdot VPLs - (1 - ps) \cdot VPLi, \quad (1)$$

onde ps é a probabilidade de sucesso, $VPLs$ é o valor presente líquido (VPL) em caso de sucesso e $VPLi$ é o VPL em caso de insucesso. Portanto o VDI será dado por:

$$VDI = VME2 - VME1, \quad (2)$$

com

$$VME1 = ps \cdot VPLs - (1 - ps) \cdot VPLi \quad (3)$$

e

$$VME2 = ps \cdot VPLs - (1 - ps) \cdot 0. \quad (4)$$

Note que, no cálculo de $VME2$, foi empregado o conceito, evidentemente teórico, de "informação perfeita", portanto não há chance de insucesso, já que a ausência de hidrocarboneto seria indicada.

A partir de (2), (3) e (4), o valor da informação perfeita (VDIp) pode ser calculado:

$$VDIp = (1 - ps) \cdot VPLi. \quad (5)$$

Esta equação pode ser utilizada para os casos onde são possíveis apenas dois resultados: sucesso ou insucesso.

Desde que nenhuma informação é considerada perfeita, o valor teórico obtido da informação perfeita representa o limite superior do valor de qualquer informação (Head, 1998). Assim, o valor esperado de qualquer informação deve estar entre zero e o valor da informação perfeita (Clemen, 1995; Coopersmith e Cunningham, 2002).

Metodologia proposta

Numa primeira etapa, é feita a caracterização do contexto geológico, quando são levantados os principais fatores que irão direcionar as opções de tecnologias e influenciar a estimativa da probabilidade de sucesso geológico ou fator de chance (Figura 1). Na segunda etapa, são apontados os tipos de aquisições e processamentos sísmicos realizados e suas respectivas quantidades. Essas informações irão compor o produto da quantidade do dado pela qualidade ($K \times Q$). Considerando que uma mesma quantidade de dados, K , tem resultados diferentes quando são utilizadas tecnologias distintas, entende-se que o número que representa a tecnologia, Q , funciona como um ponderador que será aplicado à quantidade de dados adquiridos. Cada tecnologia de aquisição ou de processamento terá um valor que representa o seu desempenho ou sua importância quando aplicada num determinado contexto geológico numa certa bacia.

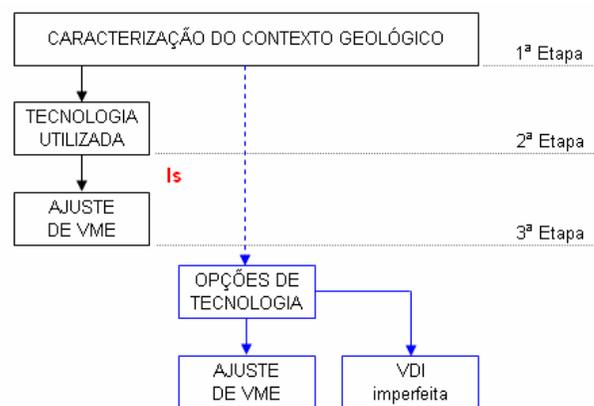


Figura 1 - O fluxograma mostra as três etapas do método proposto. O contorno em azul representa duas possibilidades analisar a relação custo/benefício para aquisição de novas informações, relativas ao contexto geológico em estudo.

Deve ser ressaltado que não será tratado neste trabalho a estimativa ideal dos pesos de cada tecnologia, pois isso requer a participação de especialistas de cada tecnologia envolvida e a utilização de dados históricos, de circulação restrita. Uma vez realizada a atribuição dos pesos, a metodologia os utiliza para incorporar a tecnologia na priorização de projetos exploratórios.

O produto ($K \times Q$) é um número que reúne a quantidade e a qualidade dos dados sísmicos, indica a confiabilidade dos dados que subsidiaram as estimativas relativas à oportunidade e, portanto, pode ser tratado como um indicador de informação sísmica (I_s), mostrado na Figura 2.

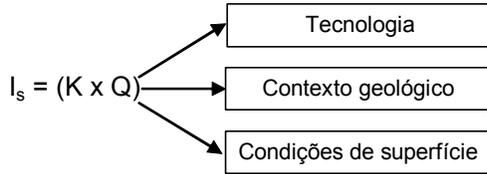


Figura 2: A confiabilidade dos dados sísmicos é representada pelo valor do indicador de informação sísmica, I_s , que reúne a quantidade K dos dados que efetivamente contribuíram com informação e os fatores que influenciaram a sua qualidade Q .

A forma de estabelecer uma relação entre a confiabilidade da informação sísmica (I_s) e o valor do projeto ocorre por meio do ajuste do VME (Figura 1, terceira etapa). O VME será sempre reduzido, muito para um dado de má qualidade, tendendo a manter-se inalterado se a informação sísmica for classificada como ótima. As estimativas feitas com o subsídio de pequena quantidade de dados sísmicos e de má qualidade, ou seja, com I_s reduzido, têm menor chance de estarem corretas, portanto o VME inicialmente estimado é ajustado de forma inversamente proporcional ao indicador. Caso contrário, quanto maior for o valor de I_s , menor será o ajuste do VME. Isso significa que as estimativas têm maiores chances de estarem corretas, quanto maior for o valor de I_s , portanto o VME inicialmente estimado tende a permanecer inalterado.

É importante lembrar que existem outras informações que contribuem para o subsídio das avaliações que não estão sendo consideradas por esta metodologia, como as provenientes de mapeamento geológico, de poços, de outras técnicas geofísicas, de geoquímica, etc. O método proposto considera apenas as informações sísmicas. Porém, numa etapa futura de aprimoramento deste método, elas poderão ser incorporadas.

Além da finalidade do método descrita acima, que é quantificar a confiabilidade das informações disponíveis e incorporar essa medida na avaliação de projetos, há outra utilidade que é avaliar, de maneira rápida, as combinações alternativas de aquisição e processamento que podem ser aplicadas ao contexto geológico da área em estudo, com a intenção de aumentar o valor de I_s e verificar seus impactos nos VMEs ajustados, seus custos e prazos para realizá-las. Ou seja, avaliar uma possível mudança no interesse pela área em função do seu potencial e da sua resposta às tecnologias que poderão ser implementadas. Ao estudar a possibilidade de obtenção de mais informações, o indicador também pode ser útil na estimativa do valor da informação imperfeita. As duas possibilidades de avaliação para futuros levantamentos serão vistas com maior detalhe na aplicação prática.

Aplicação prática

O objetivo deste item é mostrar a aplicação da metodologia para priorização de oportunidades exploratórias onde são consideradas as informações que subsidiaram as estimativas.

A Figura 3 apresenta três blocos terrestres com oportunidades exploratórias, situados em bacias distintas (Bloco 1 na Bacia B1, Bloco 2 na Bacia B2 e Bloco 3 na Bacia B3) sendo que as estimativas de sucesso foram realizadas por grupos distintos para cada bloco. Com base nessas estimativas, nos fatores de recuperação (em número de barris recuperados por m^3 de reservatório) e no preço do barril de óleo, os VMEs dos projetos 1, 2 e 3 são respectivamente \$1025 MM, \$843 MM e \$660 MM (Tabela 1). Considerando apenas os VMEs, a melhor opção seria o Bloco 1 seguido do Bloco 2 e finalmente o Bloco 3. Para facilitar os cálculos, foram utilizados apenas os VPLs de sucesso e insucesso, não sendo levado em conta portanto maiores detalhes de uma avaliação econômica como custo de exploração e produção, fatias governamentais entre outros.

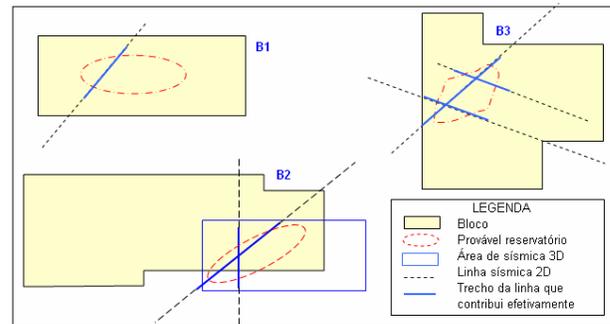


Figura 3: Mapa com Blocos B1, B2, e B3 provenientes de bacias distintas B1, B2 e B3.

	B1	B2	B3
Área de fechamento (km^2):	10	8	7
Net Pay (m):	11	12	12
Fator de Recuperação (bbl/ m^3):	1,6	1,53	1,4
TOTAL (10^9 bbl):	176,0	146,9	117,6
Preço do barril (US\$)		25,00	
Chance de sucesso	25%	25%	25%
VPLs (US\$ milhões)	4400	3672	2940
VPLi (US\$ milhões)	100	100	100
VME (US\$ milhões)	1025	843	660
Área de Interesse (km^2):	30	25	20
Quilometragem linear mapeada:	5	11	12
Área mapeada (km^2):	0	100	0
Profundidade (m):	3000	4000	3000
Inclinação das camadas ($^\circ$):	5	10	10
Bacia:	B1	B2	B3
Contexto geológico:	Im sub sal	C. plana	C. plana
Indicador I_s	0,32	11,31	3,76
Fator de ajuste do VME	50,53%	68,85%	56,27%
VME ajustado	518,0	580,4	371,4

Tabela 1: Dados relativos aos três blocos da figura 3.

Conforme mostrado na Figura 3 e na Tabela 1, cada bloco possui diferentes níveis de informação. O Bloco 1 possui uma linha sísmica 2D de 11 km de comprimento, mas apenas a parte central de 5km (destacada em azul na figura) contribui com informação sobre área de interesse. O Bloco 2 possui duas linhas totalizando 22km de linhas 2D, com contribuição efetiva de apenas 11km. Também há nesse bloco um levantamento sísmico 3D envolvendo a área de interesse. No Bloco 3, O levantamento sísmico 2D totaliza 34 km com três linhas, sendo 14 km na área de interesse. Para os três blocos, foi utilizado processamento convencional.

Com base nas características geológicas de cada bloco, descrita na tabela 1, o algoritmo executa os cálculos, mostrados passo-a-passo para o Bloco 2, que é mais completo. Deve ser lembrado que o objetivo dessa abordagem é valorizar as estimativas mais consistentes, ou seja, considera-se que os valores estimados possuem mais chance de estarem corretos quanto maior for a quantidade de dados e quanto melhor for a sua qualidade. A seguir, será apresentada a seqüência de cálculos realizados pelo algoritmo.

PASSO 1 - Cálculo da quantidade de dados 2D (K_{2D}).

Dados de entrada: Área de interesse (AI): 25 km²; Comprimento mapeado (klm): 11,0 km; Profundidade (p): 4000 m e Inclinação das camadas (θ): 10°. A área de interesse é a área retangular que envolve a oportunidade em estudo e o comprimento mapeado é o valor total dos trechos das de linhas que fornecem informações sobre o objetivo.

A quantidade K_{2D} de dados sísmicos é determinada pela divisão do comprimento total das partes das linhas que efetivamente contribuem com informação sobre um valor de quilometragem considerado ideal para mapear área de interesse com linhas sísmicas 2D. Foi considerado que uma área, para se tornar completamente mapeada com levantamento sísmico 2D, deve possuir uma linha a cada 2 km nas direções das camadas e de seu mergulho. Alternativamente, pode-se admitir uma linha a cada quilômetro em apenas uma direção, o que em termos de quantidade é aproximadamente o mesmo valor. Como as áreas relativas aos objetivos tendem a ser irregulares, para efeito de cálculo, são consideradas como sendo quadradas. Sendo a área de interesse do Bloco 2 de 25 km², considera-se um quadrado de lado igual a $\sqrt{25}$. Além disso, essa linha deve ter um acréscimo referente à franja de expansão para migração (fm). Esse acréscimo depende da profundidade do objetivo (p) e do ângulo de inclinação das camadas (θ), segundo a equação:

$$fm = p \cdot \tan(\theta). \quad (6)$$

Assim, fm = 705, 3m.

A quantidade ideal desse levantamento seria uma linha a cada 1 km com comprimento de (5 + 0,705) km, ou seja, 5 linhas de 5,705 km, com um total de 28,525 km. Então, a quantidade mapeada é calculada pela divisão da quilometragem mapeada pelo total ideal (Eq. 6 e 7).

$$K_{2D} = \frac{klm}{\left(\sqrt{AI} + \frac{fm}{1000}\right) \cdot \frac{\sqrt{AI}}{IL}} \quad (7)$$

Onde: K_{2D} é a quantidade de dados sísmicos 2D, klm é a quilometragem mapeada, AI é a área de interesse, fm é a franja de migração e IL é intervalo ideal entre linhas sísmicas 2D (Figura 9).

$$K_{2D} = \frac{11}{28,5}$$

Na Equação 7, proposta por esta metodologia, o numerador é a quilometragem mapeada e o denominador representa a quantidade ideal para mapear a estrutura. O denominador é definido por um produto de dois fatores: o primeiro representa o comprimento mínimo para mapear a estrutura e o segundo a quantidade ideal de linha. O primeiro fator é a soma de duas parcelas: o comprimento da estrutura (aproximado pela raiz quadrada da área de interesse) e acréscimo relativo à franja de migração (dividido por mil para transformá-lo em km, pois esse valor é normalmente fornecido em metros). O segundo fator, o número de linhas ideal para mapear a estrutura, é divisão do lado da área (\sqrt{AI}) pelo intervalo necessário para mapear a estrutura (IL).

PASSO 2 - Cálculo da quantidade de dados 3D (K_{3D}).

Dados: Área de interesse (AI): 25 km²; Área mapeada ou área do levantamento (AM): 100 km²; Acréscimo para franja de migração (fm), calculado anteriormente: 705 m.

Com esses dados e a utilização da Equação 8, a quantidade mapeada 3D é calculada.

$$K_{3D} = \frac{AM}{\left(AI + \sqrt{AI} \cdot \frac{fm}{1000}\right)} = 3,51 \quad (8)$$

O valor encontrado (3,51) significa que, mesmo considerando o acréscimo para a migração, a área mapeada ainda é bem maior que a área de interesse. Para o cálculo de Is, o importante é ter a área coberta pelo levantamento. Valores acima de 100% dessa cobertura não contribuem para o aumento de sucesso das estimativas. Então o K_{3D} torna-se unitário (100%).

Na Equação 8, o numerador é a área mapeada e o denominador representa o total ideal para mapear a estrutura. O denominador é definido pela soma de duas parcelas: área de interesse (AI) e acréscimo relativo à franja de migração. Tal acréscimo define uma área resultada do produto de uma dimensão da área de interesse (\sqrt{AI}) pelo valor da franja de migração em km.

PASSO 3 - Cálculo do produto ($K \times Q$)

No caso do Bloco 2, têm-se duas combinações de tecnologias de aquisição e processamento: 1) 11km de linha sísmica 2D com processamento convencional e 2) 100km² de 3D com processamento convencional. O cálculo é realizado com a utilização

da Equação 9.

$$(K \times Q)_i = (P_a + P_{p1} + P_{p2} + P_{p3})_i \times K_i, \quad (9)$$

Onde: $(K \times Q)_i$ é o produto relativo ao caminho i (combinação de um tipo de aquisição com até 3 técnicas de processamento). $(P_a + P_{p1} + P_{p2} + P_{p3})_i$ são os pesos relativos uma etapa de aquisição e a três possibilidades de processamento; e K_i é a quantidade mapeada. O algoritmo desenvolvido permite a combinação de uma aquisição com 3 de processamento e pode acumular até 3 tecnologias de aquisição (por exemplo: 2D, 3D e 4D). Mas esses limites podem ser alterados caso haja necessidade. Na atribuição dos pesos, foi utilizado o seguinte critério para as tecnologias de processamento: 0 - quando a técnica não se aplica ao contexto; 1 - quando pode ser aplicada, mas há restrições; 2 - quando pode ser aplicada; 3 - quando pode ser aplicada, com resultados reconhecidos; 4 - quando é recomendada; 5 - quando é a melhor técnica e mais segura para essa situação, com exemplos comprovados.

$$(K \times Q)_1 = (1 + 5 + 0 + 0)_1 \times 38,6\% = 2,31.$$

$$(K \times Q)_2 = (4 + 5 + 0 + 0)_2 \times 100\% = 9$$

O peso P_{p1} obteve o valor 5 nas duas combinações (processamento convencional com a aquisição 2D e com a 3D) devido a capacidade desse processamento de funcionar bem com o modelo de camadas planas. O produto acumulado ou final é obtido a partir da Equação (10). O $(K \times Q)_3$ é nulo, pois houve apenas duas combinações de aquisição e processamento. Note que como os K_s (2D, 3D, etc) são adimensionais, eles podem se somar.

$$(K \times Q)_{\text{final}} = (K \times Q)_1 + (K \times Q)_2 + (K \times Q)_3, \quad (10)$$

$$(K \times Q)_{\text{final}} = 2,31 + 9 + 0 = I_s = 11,31.$$

PASSO 4 - Ajuste do VME

Uma vez calculado o valor de I_s para o Bloco 2, utiliza-se a Equação 11 para estimar o ajuste do VME:

$$A = I_s \cdot \frac{50\%}{30} + 50\% \quad (11)$$

$$A = 68,85\%$$

Nesse caso, o ajuste varia entre 50% e 100%. É possível modificar este intervalo, é uma questão de calibração que depende da importância que será dada ao seu significado. O número 30 no denominador é um valor ótimo para o indicador, e também depende de calibração. Para valores próximos a 30, as estimativas estão calcadas em dados sísmicos com qualidade e quantidade suficientes para realizá-las de forma robustas.

O VME ajustado é obtido com a multiplicação do VME inicialmente estimado para o projeto, pelo ajuste Eq. (12):

$$\text{VMEa} = \text{VME} \times A = \$580,4 \text{ MM} \quad (12)$$

O mesmo procedimento foi empregado nos Blocos 1 e 3, com os seguintes resultados (última linha da Tabela 1): VMEa do Bloco 1 igual a \$517,9 MM; VMEa do Bloco 3 igual a \$371,3 MM.

Como o Bloco 2 reúne melhor qualidade e maior quantidade de informações, pode-se esperar que as suas estimativas possuam maior confiabilidade que aquelas realizadas para os outros blocos. Assim, o ajuste do VME busca incorporar na avaliação, de forma padronizada, a influência da tecnologia utilizada, ao penalizar mais os projetos cujas estimativas foram realizadas com base em dados pobres (pouca quantidade ou baixa qualidade). Os VMEs ajustados retratam essa expectativa ao apontar o Bloco 2 como a melhor opção (VMEa = \$ 580,4 MM), seguido pelo Bloco 1 (VMEa = \$ 517,9 MM) e o Bloco 3 (VMEa = \$ 371,3 MM).

Outra possibilidade para melhorar a análise das oportunidades é avaliar combinações alternativas de tecnologias que podem ser empregadas nos blocos, para tornarem as estimativas mais confiáveis, podendo alterar a ordem de interesse pelos blocos, caso deseje-se realizar algum investimento.

O Bloco 1 apresenta dois pontos desfavoráveis na sua valoração: pouca quantidade de dados e de baixa qualidade. A qualidade baixa dos dados é consequência do fraco desempenho da tecnologia (processamento convencional) em função do contexto geológico (imageamento subsal). Uma alternativa seria acumular com os dados obtidos anteriormente a combinação: 50 km² de sísmica 3D, processamento convencional e mais o processamento com migração pré-empilhamento em profundidade (PrSDM).

Ao testar essa alternativa, o algoritmo mostra o custo da opção (\$2,065 MM), o prazo para sua realização (183 dias), I_s (que passa de 0,32 para 11,32) e o fator de ajuste (de 50,53% para 68,9%). Aplicando-se esse fator de ajuste no VME do Bloco 1, o VME ajustado passa para \$706,225 MM. Se a alternativa for realizada, a ordem de prioridade muda novamente passando a ser: Bloco 1 (VMEa = \$706,2 MM), o Bloco 2 (VMEa = \$580,4 MM) e por fim o Bloco 3 (VMEa = \$371,3 MM).

PASSO 5 - Avaliação de aquisição futura de informação

Esta metodologia possui duas formas de avaliar a relação custo benefício para aquisição futura de informação sísmica: I) com base na diferença entre os VMEs ajustados e II) com base no conceito do valor da informação imperfeita.

I - Diferença entre os VMEs ajustados

Conforme mostrado anteriormente, a análise de investimentos no Bloco 1 mostra que, a um custo de \$2,065 MM, o indicador de informação sísmica I_s passa de 0,32 para 11,32, ajustando o valor do VME de \$518 MM para \$706 MM. O impacto da informação será medido com a diferença entre os montantes dos VMEs ajustados: $\text{VDI} = \text{VMEa2} - \text{VMEa1}$, $\text{VDI} = 706 - 518 = 188$ milhões.

II - Valor da informação imperfeita

O valor da informação perfeita é estimado aplicando-se os valores de probabilidade de insucesso (75%) e VPL de insucesso (\$100 MM) na Equação 5.

$$\text{VDI}_p = \$75 \text{ MM}.$$

Com a aquisição da informação, o valor do indicador I_s será de 11,32. Quanto mais alto esse valor, mais a informação imperfeita se aproxima da perfeita. Portanto pode-se utilizar o valor do indicador para valorar a informação imperfeita em relação a perfeita (Tabela 2).

	Intervalo de I_s	% VDI perfeita
Intervalo 1	Menor que 10	30%
Intervalo 2	de 10 a 20	60%
Intervalo 3	maior que 20	95%

Tabela 2: Exemplo de relação entre valores do indicador I_s e porcentagem do valor da informação perfeita.

De acordo com a Tabela 2, o valor de $I_s = 11,32$ indica que a informação imperfeita (VDIi) vale 60% da informação perfeita (VDIp). Portanto, para VDIp = US\$ 75 MM, VDIi será US\$ 45 MM.

Quer utilizemos a diferença de VMEs, quer o valor da informação imperfeita, o investimento se justifica. Tal comparação é de grande importância na análise de decisão, é um meio objetivo de avaliar a relação custo-benefício da aquisição de novos dados.

Conclusões

- 1) A metodologia proposta mostra uma forma de relacionar a confiabilidade dos dados e o valor do prospecto.
- 2) Essa relação permite que as tecnologias sejam incorporadas de forma objetiva em uma técnica de avaliação econômica.
- 3) A metodologia reduz a subjetividade e aumenta a precisão no processo de priorização.
- 4) A metodologia se caracteriza como uma ferramenta de Análise de Decisão para atividade exploratória.
- 5) o algoritmo agiliza o processo de decisão.
- 6) O indicador I_s proposto pela metodologia:

- é um indicador consistente de confiabilidade dos dados sísmicos;
- é um meio de estabelecer conexão entre áreas específicas distintas como análise econômica e tecnologias sísmicas;
- pode ser utilizado para validar estimativas e para estimar o valor de informação para levantamentos futuros;
- pode fornecer indícios de estimativas intuitivas (otimistas).

Recomendações/restrições

- 1) A aplicação da metodologia exige um estudo prévio (levantamento das tecnologias disponíveis, dos custos e prazos, bem como seus prováveis resultados). Para tanto, é necessária a participação de especialistas de cada tecnologia e das bacias.

2) Preferencialmente, as oportunidades devem dispor de um volume mínimo de informação sísmica suficiente para caracterizar um modelo geológico.

3) Ao utilizar o indicador para penalizar as oportunidades que possuem poucos dados, é necessário cuidado para que não ocorra dupla penalização.

4) É possível atribuir a essa metodologia um tratamento estocástico. No entanto, surgem algumas dúvidas: Quais distribuições podem ser utilizadas? E, qual o critério para a escolha?

Agradecimento

Gostaria de agradecer à PETROBRAS e à UNICAMP por possibilitarem a realização desse trabalho e ao colega Raimundo Mesquita De Luna Freire pelo seu apoio e consultoria.

Referências

- AYLOR, W. K. Business performance and value of exploitation 3-D seismic. The Leading Edge July 1995.
- CLEMEN R. T. Making hard decisions: an introduction to decision analysis. Duxbury Press Printed in USA. 1995. Cap 12.
- COOPERSMITH, E. M., CUNNINGHAM, P.C. A Practical Approach to Evaluating the Value of Information and Real Option Decisions in the Upstream Petroleum Industry. SPE 77582, 2002.
- DEMIRMEN, F. Use of "Value of Information" Concept in justification and ranking of subsurface appraisal. Society Petroleum Engineers SPE 36631, Denver, USA, 9-9 October 1996.
- GEHARDT, J. H., HALDORSEN, H. H. On the Value of Information. Society Petroleum Engineers SPE 19291, Aberdeen, 5-8 September 1989.
- GREENLEE, S. M., GASKINS, G. M., JOHNSON, M. G. 3-D seismic benefits from exploration through development: An Exxon perspective. The Leading Edge July 1994.
- HEAD, K.J. How Could You Possibly Predict the Value of 3-D Seismic before You shoot it? Society Petroleum Engineers SPE 56446, 1998.
- LOHRENZ, J. Net Values of Our Information. Society Petroleum Engineers SPE 16842, Dallas, Texas, USA, September 27-30, 1967.
- NESTVOLD, E. O. 3-D seismic: Is the promise fulfilled? Geophysics, The Leading Edge, Og. Exploration June 1992.
- YILMAZ, Ö. Seismic Data Analysis (Processing, Inversion, and Interpretation of Seismic Data). Volume II. 2a ed. SEG - Society of Exploration Geophysicists. Post Office Box 702740/ Tulsa, OK 74170-2740, 2001. Cap. 1: Fundamentals of signal processing (Introduction), p 1-26. Cap. 11: Reservoir geophysics, p. 1793-1961.