

CAPEX/BOE Nivelado: uma proposta de indicador de *benchmarking* em projetos de investimento para produção de petróleo *offshore*

Rodrigo Mendes Gandra (HOPE Consultoria/Petrobras) rodrigo_gandra@ig.com.br
Wilson Guilherme Ramalho da Silva (Petrobras) wgrs@centroin.com.br

Resumo

Este trabalho explora as limitações do índice CAPEX/BOE utilizado no benchmarking de projetos de investimento em E&P, e propõe metodologia alternativa para tratamento de particularidades de diferentes projetos. Palavras-chave: Avaliação de projetos; Benchmarking; Indústria de petróleo; Exploração e produção.

1. Introdução

O indicador CAPEX/BOE¹, utilizado na avaliação comparativa (*benchmarking*) de projetos de investimento para o desenvolvimento da produção de petróleo, é definido pela razão entre o custo total do investimento, em valor nominal, usualmente expresso em US\$, e o volume total de petróleo a ser drenado medido em barris de óleo equivalente². Apesar de permitir inferir de forma comparativa a competitividade relativa de um projeto em relação a outros similares da indústria, o índice CAPEX/BOE apresenta algumas limitações. Ainda que similares, projetos de desenvolvimento da produção apresentam peculiaridades técnicas que afetam a avaliação comparativa. Este trabalho apresenta alternativa para o cálculo do índice com o objetivo de tratar algumas limitações do mesmo.

2. O Segmento de Exploração e Produção de Petróleo (E&P)

No segmento de E&P, a construção de valor envolve a descoberta e a transformação de potenciais petrolíferos na efetiva produção comercial de volumes de óleo e de gás, viabilizando a geração de resultado econômico para continuidade e ampliação do ciclo de acumulação e geração de riqueza. De natureza extrativista e, portanto, eminentemente declinante, o segmento de E&P está diretamente associado a três objetivos básicos: 1º descobrir potencial petrolífero e incorporar reservas de petróleo, 2º desenvolver a produção de reservas de petróleo, e 3º produzir e comercializar óleo e gás.

O primeiro objetivo tem relação direta com a natureza extrativista e eminentemente declinante do negócio. Este objetivo permite gerar, manter e incrementar a capacidade potencial de gerar resultado econômico para viabilizar a continuidade e o crescimento das empresas de E&P. Incluem-se aqui as atividades de exploração e avaliação, onde a viabilidade econômica e comercial do potencial petrolífero é declarada e, conseqüentemente, as reservas são incorporadas. O segundo objetivo está diretamente associado à realização de projetos de implantação da infra-estrutura para transformar o potencial petrolífero em efetiva produção comercial e, portanto, tem relação direta com o escopo deste trabalho. Este objetivo abrange a implantação dos projetos e a execução das obras para a construção da infra-estrutura de produção. O terceiro objetivo está diretamente relacionado às atividades operacionais que geram o resultado econômico com a produção e a comercialização de óleo e gás. O ciclo de vida típico de um ativo de capital do segmento de E&P está representado de forma esquemática na Figura 1 (Silva, 2003).

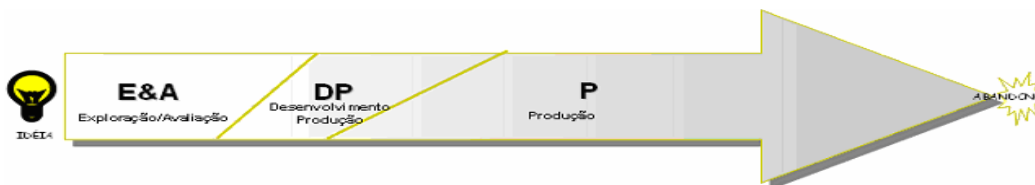


Figura 1 - Ciclo de Vida Típico de um Ativo de Capital do Segmento de E&P

3. *Benchmarking* em Projetos de Investimento no Segmento de E&P

O *benchmarking* é uma prática que permite avaliar a competitividade de uma empresa, ou de uma

atividade, ou de um produto ou serviço de forma comparativa. O *benchmarking* permite identificar oportunidades de melhoria, sendo útil na implantação de mudanças para o aprendizado e a melhoria contínua. Na fase de desenvolvimento da produção do segmento de E&P, os projetos têm como objetivo construir a infra-estrutura necessária para retirar, ao longo de um período, volumes de hidrocarbonetos dos reservatórios de interesse de forma econômica e racional. Nesta fase, o *benchmarking* é aplicado em dois níveis, quais sejam:

Sistema de Projetos: O *benchmarking* é conduzido para avaliar comparativamente os diferentes sistemas de implantação de projetos adotados por diferentes empresas. Residem aqui avaliações comparativas inerentes às práticas de gestão, padrões de processos e procedimentos executivos, estruturas organizacionais, níveis de centralização. O objetivo é identificar e entender aspectos que orientam e permitam maior competitividade na implantação de projetos. Um sistema de projetos que funciona bem em uma empresa pode não ser adequado para outra. O *benchmarking* ajuda a medir o grau em que práticas, padrões e procedimentos geram vantagem competitiva, pois aspectos culturais, geográficos, ou políticos, podem ser preponderantes na efetivação deste potencial.

Projetos: O *benchmarking* é conduzido para avaliar comparativamente diferentes projetos, dentro ou fora de uma empresa. A avaliação comparativa se concentra nos resultados planejados (ou realizados) pelos projetos, ajudando a comparar a viabilidade dos resultados. Por exemplo, se dois projetos comparáveis, situados na mesma lâmina d'água e de mesma capacidade de produção, apresentarem diferença de prazo entre a data de aprovação e a data de início de produção, o de menor prazo pode ser considerado mais competitivo. Neste caso, a avaliação comparativa mediu a competitividade em tempo. Da mesma forma, dois projetos comparáveis, situados em mesma lâmina d'água para drenar o mesmo volume de óleo equivalente, o que apresenta menor volume de investimento pode ser considerado mais competitivo em custo.

Um sistema de projetos deficiente pode impactar os resultados de uma empresa em relação à média da indústria. Contudo, um bom sistema de projetos não garante a competitividade de todos os projetos da empresa. Diferenças intrínsecas dos projetos ou das empresas podem gerar vantagens competitivas. No caso específico de projetos de investimento em E&P, o *benchmarking* no nível projetos adota o índice CAPEX/BOE como um dos indicadores de competitividade.

4. O Índice CAPEX/BOE

Assim como nos projetos de investimento nas empresas comerciais, os projetos de desenvolvimento da produção do segmento de E&P objetivam retorno econômico. Para isto, os principais orientadores destes projetos são:

- maximização do volume de óleo a ser drenado com minimização dos custos unitários de produção;
- otimização da concepção com avaliações de *trade off* entre investimento (CAPEX), custo operacional (OPEX) e volume a recuperar (BOE); e
- otimização do cronograma de atividades do projeto com vias a maximizar o fluxo de caixa sem incremento no risco de implantação.

Na avaliação da rentabilidade econômica de projetos de E&P são utilizados indicadores tais como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), ponto de equilíbrio (medido em volume de óleo a ser drenado ou no valor do óleo no mercado *spot* que anula o VPL), dentre outros. Contudo, estes indicadores não são adequados para avaliar comparativamente o grau de otimização da alocação de recursos de um projeto de E&P. Dentre os índices utilizados para medir o grau de otimização destes projetos, o mais utilizado é o índice CAPEX/BOE. O índice CAPEX/BOE³ mede o montante de investimento (em unidades monetárias) necessário à construção da infra-estrutura para drenar um determinado volume de óleo e gás (em barris de óleo equivalente). Trata-se de índice associado ao custo-benefício de um projeto de E&P que permite inferir quanto "pesado" está este projeto em termos de investimento. Uma vantagem do índice é a abstração dos diferentes custos ponderados de capital (*Weighted Average Cost of Capital - WACC*) de cada empresa no desconto dos fluxos de caixa de seus projetos. O CAPEX/BOE é calculado em termos nominais e não em termos de valor presente. Em projetos de investimento, uma relação CAPEX/BOE elevada em relação à média da população avaliada pode indicar, dentre outras coisas:

- super dimensionamento em termos da infra-estrutura necessária indicando oportunidades de melhoria (exemplo: folga nas capacidades da plataforma, malha de drenagem demasiado densa, dentre outros);

- investimento estimado de forma excessiva (exemplo: contingências excessivas, baixo grau de definição do projeto, ausência de referencial do mercado fornecedor, dentre outros);
- volume de hidrocarbonetos estimado conservadoramente (exemplo: baixo grau de definição do projeto, conservadorismo em relação aos reservatórios de interesse, dentre outros);
- dificuldades naturais inerentes ao projeto demandando soluções técnicas e tecnológicas complexas e onerosas (exemplo: elevada lâmina d'água, profundidade do reservatório, baixas características permo-porosas do reservatório, baixa qualidade do óleo, dentre outras);
- condições regulatórias e tributárias afetando os investimentos (exemplo: ICMS da lei Valentim, necessidade de conteúdo nacional, dentre outros); e/ou
- condições geopolíticas, geográficas e climáticas afetando a infra-estrutura necessária (exemplo: ausência de infra-estrutura de apoio às operações de investimento, regiões propícias a catástrofes, dentre outras).

As empresas que avaliam comparativamente seus projetos (*benchmarking* interno), e que acessam bancos de dados especializados e disponíveis no mercado (*benchmarking* externo), tendem a apresentar vantagem competitiva no dimensionamento de seus projetos, na gestão do ciclo de vida de seus projetos, assim como na gestão de seu portfólio. Contudo, a utilização do CAPEX/BOE em avaliações comparativas demanda cuidados em função de suas limitações. Por exemplo, uma base de dados antiga pode invalidar a avaliação, pois índices com datas base diferentes ou muito defasadas não podem ser comparados. Neste caso é necessário estabelecer critérios para atualização dos índices, mantendo-os comparáveis. Da mesma forma, se os critérios para determinar o numerador (CAPEX) ou o denominador (BOE) do índice forem diferentes, a avaliação comparativa fica comprometida. Como comparar um projeto onde o investimento para construção do sistema de escoamento da produção onerou o CAPEX com outro onde o CAPEX excluiu o investimento no sistema de escoamento da produção? O mesmo se aplica aos projetos em diferentes cenários em termos de regulamentação e regime tributário.

Além disto, cabe ressaltar o caráter temporal do índice CAPEX/BOE. Como índice de projeto, que é caracterizado por ser um esforço progressivamente elaborado onde o grau de definição em relação ao escopo está em evolução, o grau de definição do CAPEX/BOE também está em evolução. Considerando isto, como comparar valores planejados de CAPEX/BOE de um projeto em fase conceitual onde o grau de incerteza é significativo (sem compromissos assumidos e com os valores de investimento estimados) com o índice CAPEX/BOE de um projeto comparável, já em fase executiva e, conseqüentemente, onde o grau de incerteza é menor (valores de investimentos baseados em compromissos assumidos)?

Apesar das muitas limitações do CAPEX/BOE, os componentes de sua fórmula podem ser avaliados quantitativamente e qualitativamente. A experiência acumulada em um segmento de negócio ou atividade cria o conhecimento e, portanto, ainda que com limitações, o índice CAPEX/BOE complementa os indicadores empresariais (tais como VPL, TIR etc) no processo de tomada de decisão. Por exemplo, uma vez identificado que um, dentre vários projetos de uma empresa, para uma mesma fase ou grau de maturidade, apresenta índice significativamente diferenciado da média, o tomador de decisão pode demandar que o mesmo seja reciclado. Este projeto é candidato à reavaliação de seu dimensionamento, ainda que apresente bons indicadores empresariais. Esta questão é relevante, especialmente em cenário de limitação de recursos físicos e financeiros. Mantendo-se o *status quo* tecnológico, na medida em que as oportunidades de investimento surgem em lâminas de água mais profundas, a relação CAPEX/BOE tende a aumentar. Da mesma forma, quanto pior a característica do óleo, e mais complexa a geologia dos reservatórios, maior deverá ser CAPEX/BOE. Para uma avaliação comparativa "justa", é necessário nivelar o índice em função de variáveis como: lâmina d'água, características do óleo, características do reservatório, dentre outras.

5. CAPEX/BOE Nivelado

A metodologia de cálculo proposta leva em consideração os principais fatores que diferenciam os projetos de desenvolvimento da produção, são eles:

- incerteza inerente ao volume de petróleo a drenar, tratada através da razão entre reserva provada e reserva total, que afeta o dimensionamento da malha de drenagem;
- variações na lâmina d'água média das áreas de interesse que incrementam o investimento;
- facilidade de extração do petróleo dos reservatórios de interesse, tratada através da

transmissibilidade média uma vez que, quanto maior a mobilidade do óleo nos reservatórios, menos densa é a malha de drenagem necessária; e

- profundidade média a ser perfurada, tratada através do soterramento dos blocos reservatório de interesse uma vez que, quanto mais profundos os reservatórios, maior é o custo de construção de poços (especialmente custos de perfuração).

Para amenizar estas limitações do índice CAPEX/BOE, é proposta a adoção do índice CAPEX/BOE Nivelado, a ser calculado pela expressão abaixo.

$$\text{CAPEX/BOE Nivelado} = \text{LN} \left[\left[\frac{\text{Capex}_{\text{Total}} - \text{Capex}_{\text{Escoamento}} - \text{Capex}_{\text{Poço}}}{(\text{Volume a Drenar}) \cdot (\% \text{ Reserva Provada})} \right] + \left[\frac{\text{Capex}_{\text{Poço}}}{(\text{Volume a Drenar}) \cdot (\% \text{ Reserva Provada})} \right] \times \text{Transmis}^{(1/2)} \right]$$

O CAPEX/BOE Nivelado não leva em consideração os investimentos em infra-estrutura de escoamento da produção e, por conseguinte, não carrega as limitações inerentes a este componente do escopo. A metodologia de cálculo do CAPEX/BOE Nivelado se baseia nas premissas abaixo.

Quanto ao Investimento:

- do sistema de coleta, há influência direta da lâmina d'água uma vez que, tanto as linhas e dutos submarinos (CAPEX para materiais), quanto os recursos navais (CAPEX para serviços) para construção e instalação do sistema, apresentam custos unitários crescentes com a lâmina d'água;
- da plataforma de produção (seja qual for), há influência direta da lâmina d'água (tanto pelo sistema de coleta quanto pelas linhas de ancoragem), pois a necessidade de deslocamento do casco é crescente com a lâmina d'água;
- para construção de poços, há influência direta, tanto da lâmina d'água, quanto do soterramento (profundidade de rochas a perfurar), uma vez que os equipamentos de poços (CAPEX de material a ser aplicado) e as plataformas para construção dos mesmos (CAPEX para serviços, materiais consumíveis e ferramentas especiais) apresentam custos unitários crescentes com a lâmina d'água e com o soterramento; e
- total, sabe-se que é afetado pela transmissibilidade dos reservatórios de interesse, uma vez que quanto menor a transmissibilidade⁴, mais densa deve ser a malha de drenagem para recuperar o mesmo volume de petróleo, conseqüentemente mais linhas de coleta, bem como maior a plataforma de produção.

Quanto ao volume a ser drenado pela infra-estrutura do projeto em BOE:

- é função do grau de definição (ou incerteza) e, portanto, merece ser avaliado de forma relativa, isto é, em termos do percentual de volume provado.

A metodologia para cálculo do CAPEX/BOE Nivelado assume que:

- a primeira parcela trata o efeito da lâmina d'água no sistema de coleta e na plataforma;
- a segunda parcela trata os efeitos da lâmina d'água e o soterramento no custo dos poços;
- ambas parcelas tratam a influência temporal em relação ao grau de definição do projeto através da correção pelo percentual de volume provado de petróleo a ser drenado;
- a transmissibilidade média dos reservatórios nivela a demanda por investimento; e
- o índice foi normalizado com a aplicação do Logaritmo Neperiano para reduzir dispersões.

Apresentada a explicação da proposta de nivelamento do índice CAPEX/BOE, a seção seguinte apresenta o comportamento do índice em relação às variáveis utilizadas no nivelamento do mesmo. Para tanto, foi utilizado um projeto *offshore* real como cenário de aplicação do índice nivelado.

6. Comportamento do CAPEX/BOE Nivelado em um Projeto Real *Offshore*

A Tabela 1 apresenta os dados gerais do projeto utilizado como cenário de aplicação do CAPEX/BOE Nivelado.

Tabela 1 - Dados Gerais do Projeto

Projeto X	
Investimento Total (US\$ MM)	2.051,7
Instalações de Produção (US\$ MM)	871,9
Investimento em Poço (US\$ MM)	605,1
Investimento em Coleta (US\$ MM)	376,2
Investimento em Escoamento (US\$ MM)	198,4
Volume a Drenar (BOE MM)	520
Lâmina d'água (km)	1,31
Soterramento médio (km)	1,53
VOIP + VGIP (BOE MM)	1.880
Reserva Provada (%)	87%
Reserva Possível (%)	5%
Reserva Provável (%)	9%
Fator de Recuperação	28%
Transmissibilidade Média $\{[(m^3/d).cp]/(kg/cm^2)\}$	136,37

A partir dos dados gerais, foram calculados os índices para análise.

CAPEX/BOE:	US\$ 3,94/BOE
CAPEX/BOE sem escoamento:	US\$ 3,56/BOE
CAPEX/BOE Nivelado:	3,53 em $(US\$/BOE.Km). \{[(m^3/d).cp]/(kg/cm^2)\}^{(1/2)}$
CAPEX/BOE Nivelado sem escoamento:	3,41 em $(US\$/BOE.Km). \{[(m^3/d).cp]/(kg/cm^2)\}^{(1/2)}$

Analisando a sensibilidade dos índices, é possível verificar como é a variação dos mesmos com as mudanças nos parâmetros: CAPEX, volume a drenar, percentual de reserva provada, transmissibilidade, lâmina d'água e soterramento. No Projeto X, o CAPEX/BOE Nivelado varia em relação ao CAPEX sob a forma de uma equação polinomial crescente de acordo com o Gráfico 1. Além disso, a curva gerada pelos pontos de CAPEX/BOE Nivelado é significativamente mais suave devido aos fatores técnicos adotados no nivelamento.

Em relação à transmissibilidade média (Tm), no caso do Projeto X, o CAPEX/BOE Nivelado varia sob a forma de uma equação potencial crescente (Gráfico 2). Quanto maior a transmissibilidade média, maior o CAPEX/BOE Nivelado sugerindo que, ao mesmo nível de investimento, lâmina d'água, soterramento, percentual de reserva provada, o projeto vai ficando pouco otimizado. É natural um projeto demandar menos investimento na medida que a transmissibilidade aumenta.

Em relação à lâmina d'água, no caso do Projeto X, o CAPEX/BOE Nivelado varia sob a forma de uma equação potencial decrescente (Gráfico 3). Mantendo-se todas as variáveis constantes, quanto maior a lâmina d'água, menor o CAPEX/BOE Nivelado. Para uma lâmina d'água maior, é natural que o projeto demande mais investimento.

Em relação ao percentual de reserva provada, o CAPEX/BOE Nivelado do Projeto X varia sob a forma de uma equação potencial decrescente (Gráfico 4). Quanto maior a reserva provada, menor a volatilidade esperada no volume a ser drenado pelo projeto e, portanto, o CAPEX/BOE Nivelado reflete este aspecto.

Em relação ao soterramento médio, o CAPEX/BOE Nivelado do Projeto X, varia sob a forma de uma equação polinomial decrescente (Gráfico 5). Quanto maior o soterramento, menor o CAPEX/BOE Nivelado.

Gráfico 1

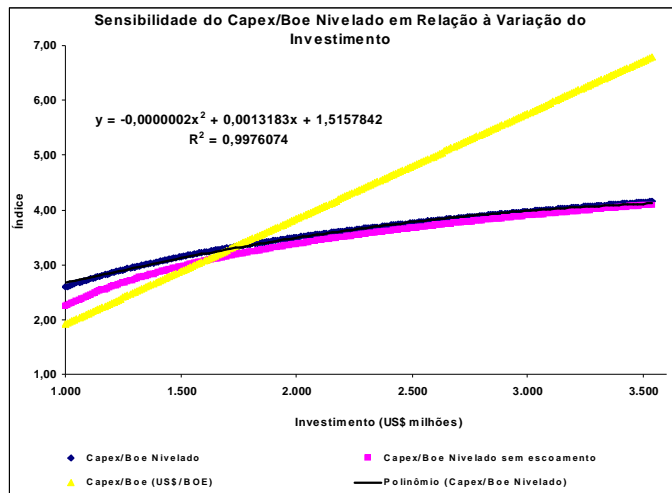


Gráfico 2

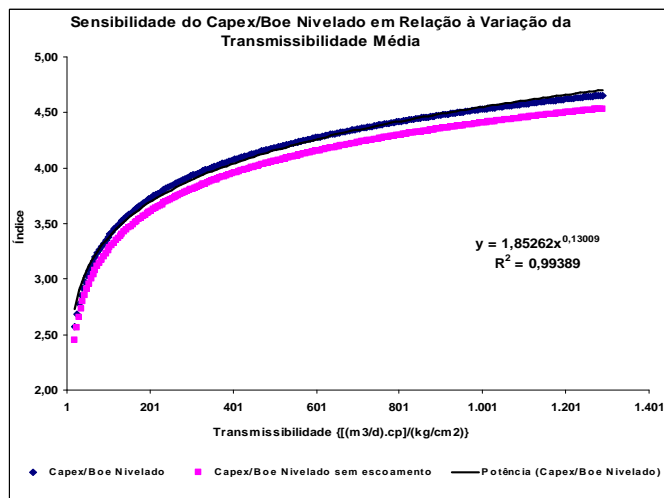


Gráfico 3

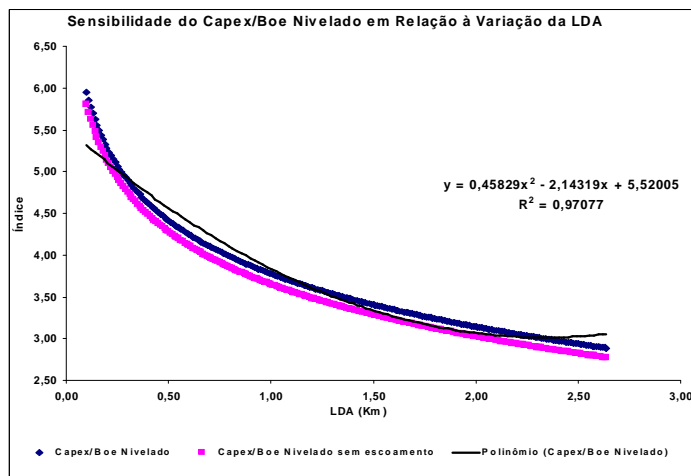


Gráfico 4

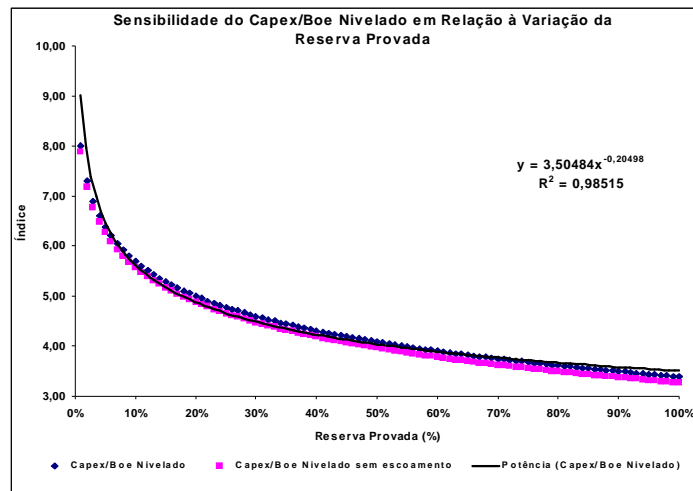
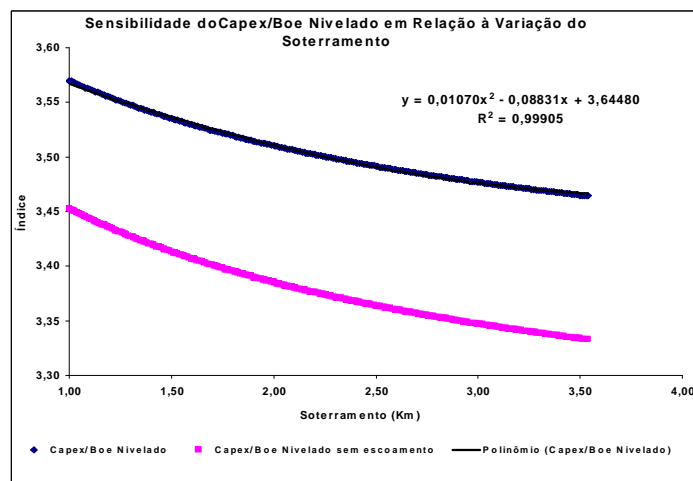


Gráfico 5



7. Conclusão

Diante das limitações do CAPEX/BOE na avaliação comparativa de projetos de E&P, a proposta de utilização do CAPEX/BOE Nivelado apresenta vantagens. Apesar deste trabalho não apresentar os resultados, o CAPEX/BOE Nivelado foi testado e se mostrou satisfatório na avaliação comparativa de projetos *offshore* da Bacia de Campos implantados e em implantação pela Petrobras. Devido à necessidade de manutenção da confidencialidade os resultados não foram apresentados. O R^2 , que mede a variabilidade da variável dependente em relação à variável independente em uma regressão, entre o CAPEX/BOE Nivelado e o CAPEX/BOE, ambos sem escoamento, é de 0,824, sugerindo um excelente grau de explicação entre as variáveis. O R^2 entre o CAPEX/BOE Nivelado sem escoamento e o Valor Presente Líquido (VPL) Econômico é de 0,507, sugerindo também bom grau de explicação entre as variáveis. Este valor foi superior ao R^2 calculado entre CAPEX/BOE sem escoamento e Valor Presente Líquido (VPL) dos projetos avaliados (que foi de 0,499), sugerindo a vantagem do nivelamento proposto.

Os autores reconhecem que abordagem adotada, para a proposição da expressão de nivelamento, é simplificada por não levar em consideração as reais sensibilidades do índice em relação aos fatores considerados. Estas sensibilidades podem ser, no futuro, empiricamente constadas. Além disso, apesar dos resultados superiores do CAPEX/BOE Nivelado, em relação ao CAPEX/BOE, este também apresenta limitações devido a outros fatores de influência, tais como: existência de falhas de reservatórios, ocorrência de capa de gás, possibilidade de formação de sulfato de bário e estrôncio, ocorrência e grau de atuação de aquíferos, aspectos geopolíticos, tributários e regulatórios, dentre outros. Estes fatores não foram priorizados devido a grande complexidade. De forma penitente e

pragmática, e sem passar totalmente a “Navalha de Occam”⁵, o indicador proposto, por hora, prima pela simplicidade.

8. Notas

¹ CAPEX/BOE (*capital expenditures per barrels of oil equivalent*).

² Barril de Óleo Equivalente (BOE) é a medida da soma dos volumes de óleo e de gás recuperados (medida em óleo) com o volume de gás nivelado pelo poder calorífico equivalente.

³ Existem dois critérios para cálculo da reserva: SEC (*U.S. Securities and Exchange Commission*) e SPE (*Society of Petroleum Engineers*). O critério SEC é mais apropriado em termos de análise empresarial que o critério SPE. O critério SEC considera o volume de óleo que será economicamente viável recuperar até o evento que ocorrer primeiro dentre a inversão do fluxo de caixa do projeto ou o encerramento de direitos legais e regulatórios (exemplo: final do prazo de concessão). O critério SPE considera o volume de óleo possível de drenar de forma economicamente viável, ainda que após os prazos de concessão ou de direitos legais e regulatórios. Aproximadamente um BOE é igual a 6,29 x (1m³ de óleo + 10⁻³m³ de gás).

⁴ Utilizou-se a transmissibilidade por levar em conta as características de reservatório e dos hidrocarbonetos na avaliação da facilidade de exploração. Da Lei de Darcy, que relaciona a velocidade de deslocamento do fluido com o gradiente de pressão, temos que $Q = (KA \cdot \Delta P) / \mu \cdot L$; onde Q = vazão em m³/d; K = permeabilidade em Darcy; A = área em m²; ΔP = é o diferencial de pressão em Kg/cm²; μ = viscosidade média do óleo em centipoise (cp); e L = comprimento do meio poroso em metros. Assim, a transmissibilidade média (T_m) = $(Q \cdot \mu) / \Delta P$, cuja dimensão se dá em $\{(m^3/d) \cdot cp\} / (kg/cm^2)$. Deve-se notar que há uma correlação significativa entre viscosidade e grau API do petróleo cru é significativa.

⁵ Do filósofo inglês e monge franciscano William of Ockham (1285-1349): "*Pluralitas non est ponenda sine necessitate*" ("pluralidade não deve ser colocada sem necessidade"). Princípio da parcimônia: crer que "a explicação mais simples é a melhor", não sendo prudente multiplicar hipóteses desnecessariamente.

9. Referências Bibliográficas

AZAMOR, Ana L.; PAIVA FILHO, Edwal F.; VASCONCELOS, Antônio C.M.; SILVA, Wilson Guilherme R. "Experiência da UN-RIO na Avaliação de Benchmarking com a IPA nos Projetos do Módulo 2 de Marlim Sul (P-51) e Módulo 1A de Roncador (P-52)". In: **I Seminário de PCADE**. Salvador: Petrobras (Universidade Corporativa), Setembro/2003.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **A Guide of Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)**. 2004.

SILVA, Wilson Guilherme R. "Metodologia de Gerenciamento de Projetos do Segmento de E&P da Petrobras". In: **III Seminário Internacional do PMI-SP**. São Paulo, Agosto/2003.

10. Autores

Rodrigo Mendes Gandra, MSC (rodrigo_gandra@ig.com.br):



Analista de Negócios em Projetos de Exploração e Produção na Indústria de Petróleo, onde atua desde de 2003, com 4 anos de experiência em análise macroeconômica. Economista formado pela UFRJ e Mestre em Economia pela UFF. Vencedor do 1º Lugar no XI Prêmio Brasil de Economia – 2003 na Categoria Dissertação de Mestrado. Autor de diversos artigos em revistas acadêmicas, seminários, jornais e revistas.

Wilson Guilherme Ramalho da Silva, PMP (wgrs@centroin.com.br):



Gerente de Projetos, com 16 anos de experiência em Exploração e Produção de Petróleo. Eng^o Mecânico – PUC/RJ, Pós-graduação em Eng^{ia}. de Equipam. de Petróleo - UFRJ, MBA em Mercado de Capitais e Gestão de Riscos - IBMEC, MBA em Eng^{ia}. Econômica e Administração Industrial – UFRJ. Artigos e apresentações no Brasil e no exterior.

Os autores agradecem a colaboração de Eliane Bezerra da Silva, Luis Carlos de Souza Júnior, Fabíula Pereira Lessa, Leftéris Nicolas Nikolaou, Paula Cunha Lima Giudicelli, João Rodrigo Rachid Sá Rego, Rodrigo Volpato Machado Pinto, Adriana Sokolik Garrido, e Lucyene Imbert Lopes Costa Soares.