

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Análise estocástica de viabilidade econômica de projetos de intervenção em poços de petróleo considerando as incertezas de poço e de reservatório.

AUTORES:

Mariana Paulinia Bento Pereira, Antônio Oleon Camelo Ferreira Júnior, Vitor Moreira da Rocha Ponte

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal do Ceará

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 6º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 09 a 13 de outubro de 2011, em Florianópolis-SC. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 6ºPDPETRO.

Análise estocástica de viabilidade econômica de projetos de intervenção em poços de petróleo considerando as incertezas de poço e de reservatório.

Abstract

Interventions in oil wells are expensive procedures and uncertainties permeate the analyses of these projects in high degree. Thus arises the importance to evaluate a project economically, internalizing the uncertainties, and that allow a better allocation of available resources. This work aims the implementation of the Monte Carlo method in an automated system developed in Excel ® platform with the aid of the VBA programming language. The model detaches because of the simplicity in loading information, processing speed and ease of interpretation of the results. This tool presents itself as a useful tool for the analysis of the projects of intervention in wells

Introdução

Poços de petróleo necessitam constantemente de diferentes intervenções para se manter produtivos. Intervenções como avaliação, recompletação, limpeza, entre outras apresentam elevados custos técnicos e econômicos associado a diversas incertezas tanto a nível de reservatório quanto a nível de poço. Dessa forma, é necessário efetuar uma análise de viabilidade econômica que permita uma melhor avaliação de rentabilidade do projeto.

A análise de investimento é um processo que avalia diversas alternativas e decide qual é a melhor opção, ou seja, o retorno financeiro é suficiente para compensar os gastos, tendo em consideração os riscos assumidos (SALLES, 2004). Usualmente realiza-se esta análise considerando variáveis determinísticas para determinação dos parâmetros econômicos como: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa de Retorno Interno (TIR), entre outros. Entretanto estas variáveis não podem ser previstas com 100% de precisão, indicando a importância da consideração, em grau maior ou menor, do risco associado ao retorno financeiro obtido para o projeto (BREALEY *et al*, 1996).

A utilização da simulação de Monte Carlo pode ser uma alternativa para quantificar esses riscos a partir do momento em que as variáveis deixam de ser determinísticas e passam a ser estocásticas, probabilísticas.

O objetivo deste trabalho consiste em avaliar aplicabilidade do método citado na previsão de custos de projetos de intervenção em poços de petróleo implementando computacionalmente em um sistema automatizado desenvolvido em Plataforma Excel® com o auxílio da linguagem de programação VBA (Visual Basic for Application).

Metodologia

Variáveis utilizadas: As variáveis do modelo podem ser classificadas em três categorias: variáveis de engenharia de poço, variáveis de reservatório e variáveis econômicas.

As variáveis de reservatório considerada neste modelo são:

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

- Produção de óleo (m^3/dia)
- Produção de gás (mil m^3/dia)
- Coeficiente de declínio do óleo (1/ano)
- Coeficiente de declínio do gás (1/ano)
- Tempo de produção (meses)

Como relação às variáveis de poço, temos:

- Tempo de operação com sonda, a qual servirá de base para a determinação do custo da sonda (dias)
- Custo com material, equipamentos e serviços extras (realizado pela própria empresa ou terceirizado através de companhias de serviços) (mil US\$)
- Tempo de projeto decorrido até a necessidade de nova intervenção devido a questões relacionadas a poço (meses).

Como variáveis econômicas, temos:

- Valor do óleo (US\$/bbl)
- Valor do gás (US\$/bbl)
- Taxa de desconto anual (%)
- Desconto de impostos, royalties e contribuições (%)
- Custo de produção OP (US\$/bbl)

O modelo foi desenvolvido em Plataforma Excel® com o auxílio da linguagem de programação VBA (Visual Basic for Application) e por isso apresenta vantagens como: utilização prática, fácil manutenção e capacidade de ser executando em qualquer computador que possua o Excel®.

Como observado na Figura 3, a entrada de dados, presente na primeira página, é dividida em 3 partes:

Na parte inferior são inseridas as diversas operações de poço (função do projeto de intervenção) que serão feitas, tais como: tempo da intervenção, custo com material, equipamentos, serviços extras e o custo diário da sonda.

Vale salientar que as informações da Figura 3, com exceção da taxa de desconto anual e desconto de impostos, royalties e contribuições, estão configuradas para que sejam informados os limites superiores e inferiores da variável, assim como do valor mais provável (distribuição triangular).

Simulação: Os cálculos são realizados automaticamente cada vez que a opção “calcular análise” é selecionada na planilha.

Utilizou-se o Método de Monte Carlo que consiste na geração de valores para as variáveis do modelo (considerando as distribuições de probabilidade pré-determinadas) e na simulação (determinação do VPL) de uma gama de cenários hipotéticos (dez mil simulações).

Para a geração dos valores de cada variável, considerando a distribuição triangular, utilizou-se o procedimento abaixo:

- Gera-se um numero aleatório P variando entre zero e um;
- Aplicando-se as fórmulas 1 e 2, os coeficientes H e A são determinados;
- Determina-se o valor da variável aplicando a fórmula 3 se $P \leq A$ ou a fórmula 4 se $P \geq A$.

$$H = \frac{2}{(L_S - L_F)} \quad (1)$$

$$A = \frac{(V_P - L_F)xH}{2} \quad (2)$$

Caso $P \leq A$ temos:

$$x = L_F + \left(\frac{2x(V_P - L_F)xP}{H} \right)^{0,5} \quad (3)$$

$$x = L_S + \left(\frac{2x(L_S - V_P)x(1-P)}{H} \right)^{0,5} \quad (4)$$

Onde:

L_F Limite inferior

V_p Valor mais provável

L_s Limite superior

H Coeficiente que equivale à altura hipotética do triangulo apresentado na Figura 1

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

- A Probabilidade de ocorrência de valores menores do que V_p , ou seja, de acordo com a Figura 1, a área do triângulo a esquerda do V_p
- x Valor da variável gerada considerando a distribuição triangular
- P Posição relativa do valor x (gerado aleatoriamente) em relação à população de valores indicando qual a porcentagem de observações que possuem valores menores do que o analisado (gerado). Este número varia entre zero e um, ou seja, de 0 a 100%

O procedimento apresentado acima é repetido dez mil vezes (dez mil cenários) para todas as variáveis do problema.

De posse desses valores calculam-se as diversas variáveis econômicas, tais como: produção de óleo e gás, tempo de produção e sonda, despesas, VPL, receitas, receitas/despesas, volume total de gás e volume de óleo equivalente.

Vale salientar que todos os valores econômicos gerados são atualizados para o instante inicial (tempo igual a zero).

Resultados e Discussão

O modelo em planilha Excel o é composto por 4 módulos: i) Entrada de dados; ii) Simulação da avaliação econômica dos projetos; iii) Apresentação dos resultados; e iv) armazenamento das simulações em banco de dados.

Considerando um projeto hipotético de intervenção, foram realizadas as análises econômicas. Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os resultados tabulados e na forma gráfica, fornecidos pela planilha. Os valores dos indicadores financeiros, obtidos para os diversos cenários aleatórios gerados a partir dos valores hipotéticos, representam diversos possíveis cenários de retorno financeiro para o projeto em questão. Dentre os indicadores analisados estão: produção de óleo e gás, tempo de produção, tempo de sonda, receitas, despesas, valor presente líquido (VPL), receitas/despesas, volume total de gás e volume de óleo equivalente.

Observa-se que os resultados não são determinísticos (uma única resposta), mas sim probabilísticos, ou seja, são apresentados valores para cada variável associado às probabilidades de ocorrência destes valores. Esta ferramenta permite aos tomadores de decisão da indústria uma melhor compreensão dos projetos de intervenção em poços em análise.

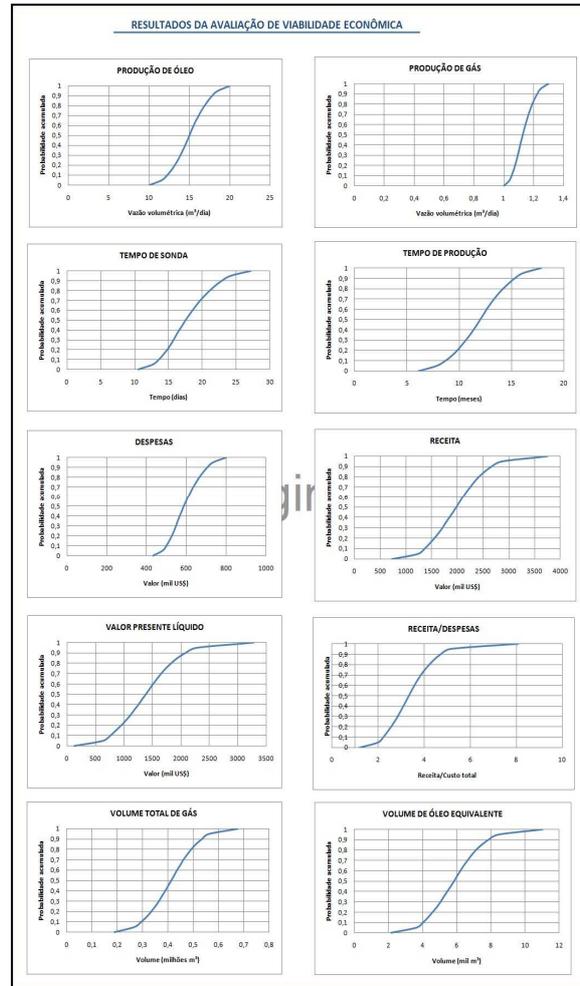


Figura 1- Apresentação gráfica dos resultados gerados pelo modelo em Excel.

Resultados Tabulados	Percentil								Média	DP*	CV**
	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%				
Produção de óleo (m³/dia)	11,57	12,24	13,54	14,98	16,44	17,77	18,45	14,99	2,04	0,14	
Produção de gás (mil m³/dia)	1,04	12,24	1,09	1,13	1,18	1,22	1,25	1,13	0,06	0,06	
Tempo de produção (meses)	7,80	8,66	10,22	12,00	13,74	15,31	16,11	11,99	2,46	0,21	
Tempo de sonda (dias)	12,68	13,57	15,33	17,54	20,40	22,93	24,25	17,93	3,50	0,19	
Receita (mil US\$)	1235,22	1366,91	1638,71	1980,92	2327,28	2665,11	2865,09	2001,09	495,36	0,25	
Despesas (mil US\$)	478,93	498,58	537,22	585,86	648,89	704,55	733,58	594,55	76,89	0,13	
Valor Presente Líquido (mil US\$)	632,50	761,82	1040,34	1385,48	1735,53	2082,90	2281,75	1406,54	502,38	0,36	
Receita/Despesas	2,00	2,23	2,72	3,34	4,03	4,73	5,13	3,42	0,97	0,28	
Volume Total de Gás (milhões m³)	0,27	0,30	0,35	0,41	0,48	0,53	0,56	0,41	0,09	0,21	
Volume de óleo equivalente (mil m³)	3,65	4,03	4,84	5,84	6,86	7,85	8,43	5,90	1,45	0,25	

ENTRE COM O PERCENTIL DESEJADO	0							
Produção de óleo	Produção de gás	Tempo de produção	Tempo de sonda	Receita	Despesas	VPL	VTG	VOE

*Desvio Padrão
**Coeficiente de Variação: CV = (Desvio Padrão)/Média

Figura 2- Representação tabular dos resultados gerados pelo modelo em Excel.

Conclusões

A metodologia desenvolvida neste trabalho tem apresentado bons resultados. O procedimento de cálculo automatizado em uma planilha Excel com a aplicação de programação em VBA, torna esta ferramenta bastante ágil no fornecimento de resultados. Além disto, novas rotinas serão introduzidas no modelo visando o seu aprimoramento, permitindo que ele possa ser utilizado em outros setores da indústria petrolífera que apresentam altos graus de incerteza como exploração e produção de petróleo, por exemplo.

Vale salientar que à medida que os dados se tornem cada vez mais disponíveis e confiáveis ao domínio público, mais pesquisas e desenvolvimentos podem proporcionar melhores modelos e avaliações dos resultados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Ceará e à ANP, através do programa ANP/PRH-31 pelo apoio financeiro que tornou este trabalho possível.

Referências Bibliográficas

BREALEY, R.A., MYERS, S.C., 1996, Principles of Corporate Finance, New York, McGraw-Hill.

SALLES, A. C. N., 2004, Metodologias de Análise de Risco para Avaliação Financeira de Projetos de Geração Eólica, dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE.

PONTE, Vitor M. R.; CAMINHA, Romulo A.; VALE, José E. F. R. Análise Probabilística de Viabilidade Econômica de Projetos de Intervenção em Poços. Internalização dos riscos da Engenharia de Reservatório e da Engenharia de Poço. In: SEMINÁRIO DE RESERVAS E RESERVATÓRIOS 2009, 2009, Rio de Janeiro. SRR2009. Rio de Janeiro: UNIVERSIDADE PETROBRAS/ ECTEP, E&P-ENGP, CENPES e INTER-TEC.