

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



TÍTULO DO TRABALHO:

APOIO À TOMADA DE DECISÃO EM INVESTIMENTOS EM POÇOS DE PETRÓLEO – UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE ENVOLTÓRIA DE DADOS NA SELEÇÃO DE PROJETOS

AUTORES:

ANTÔNIO OLEON CAMELO FERREIRA JÚNIOR, MARIANA PAULÍNIA BENTO PEREIRA, 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.

APOIO À TOMADA DE DECISÃO EM INVESTIMENTOS EM POÇOS DE PETRÓLEO – UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE ENVOLTÓRIA DE DADOS NA SELEÇÃO DE PROJETOS

Abstract

The aim of this work is to build an integrated model to support a make a decision to be used by the oil industry up-stream of the interventions applied in oil wells in order to rationalize the use of resources, maximizing the expected economic return. The proposed model is developed in Excel platform and consists of two modules: i) module of Economic Viability and ii) module for ranking of projects by data envelopment. In the first module, the data of variables of oil well, variable costs and time of the probe and the economic variables are arranged in a triangular probability distribution. It was used the Monte Carlo method to simulate ten thousand different scenarios and to quantify probabilistically the results. The second module it was used the means of the probabilistic outcomes of the Economic Viability as inputs for data envelopment analysis. Here we used Excel's Solver to solve the model of data envelopment and thus set the notes to the wells. The analysis of these notes allows the ordination of projects in good or bad in terms of economic return. The methodology presented in this work has yielded good results. The worksheet is automated with VBA programming, which makes this tool very agile in delivering results.

Introdução

A indústria petrolífera de *up-stream*, responsável pela exploração e produção das frações líquidas (petróleo ou simplesmente óleo) e gasosas (gás natural) dos hidrocarbonetos, dispensa especial atenção às intervenções realizadas em poços, tendo em vista os elevados custos inerentes a estas operações, assim como as incertezas existentes. Estas podem ser classificadas em três classes: i) incertezas de poço; ii) incertezas de reservatório; e iii) incertezas de mercado. Uma adequada alocação dos recursos disponíveis, tendo em vista análise dos riscos e incertezas, é questão central de forma a maximizar os lucros.

No âmbito da engenharia de reservatório, as incertezas referem-se aos ganhos esperados na produção, taxa de declínio de produção e vida útil do poço. Quanto maior o conhecimento do reservatório, menores serão as incertezas associadas, mas elas sempre existirão.

No âmbito da engenharia de poço, as incertezas podem ser analisadas para cada operação de intervenção considerando custo de serviços especializados (ex.: canhoneio, pescaria, testes de formação) e equipamentos (ex: packers, tubos, bombas árvores de natal, BOP) e tempo de utilização de sonda. Quanto maior o conhecimento da área, menores serão as incertezas, no entanto, estas nunca serão eliminadas.

As incertezas econômicas estão vinculadas às flutuações dos preços de mercado de óleo e gás. Destaca-se que o preço do gás tende a ser mais estável. Há também incertezas com relação ao custo de operação futuro dos poços (pessoal, energia, produtos químicos, equipamentos de apoio), visto que o custo destes recursos também varia de acordo com a lei de oferta e procura.

Tendo em vista as diversas incertezas nas operações de intervenção, é necessária uma ferramenta de apoio para as tomadas de decisão que auxilie na determinação do impacto econômico e dos riscos de projetos de intervenção, assim como permita classificar esses projetos em termos de qualidade.

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

Para determinação dos impactos econômicos de cada operação, desenvolveu-se em planilha eletrônica procedimento de simulação por Monte Carlo que possibilita analisar e quantificar probabilisticamente os indicadores econômicos. Para mais detalhes, consultar *Análise estocástica de viabilidade econômica de projetos de intervenção em poços de petróleo considerando as incertezas de poço e de reservatório*.

Para ordenação dos projetos (ranqueamento) e classificação dos mesmos em bons ou ruins, objeto central desse trabalho, desenvolveu-se em planilha eletrônica procedimento de análise por Envoltória de Dados – DEA (Data Envelopment Analysis). O sistema proposto considera que projetos bons são aqueles que possuem bons retornos econômicos associados a reduzidas incertezas, e ruins como aqueles que possuem pequenos retornos econômicos associados a altas incertezas. O entendimento do que é bom/ruim é de difícil compreensão, o que torna necessário a utilização de ferramentas de apoio, como a proposta nesse trabalho.

A apresentação do modelo deu-se em planilha eletrônica Excel, tendo em vista as seguintes vantagens: i) boa visualização dos resultados; ii) possibilidade de implementação com linguagem de programação adequada (Visual Basic for Applications), que permite geração automática dos mesmos; iii) existência de rotinas de programação linear (Solver) necessária a Envoltória de Dados.

Os trabalhos foram divididos em dois módulos:

- i) Módulo de Viabilidade Econômica
- ii) Módulo de Tomadas de Decisão por envoltória de dados

O primeiro módulo é responsável pela geração das informações econômicas dos diversos projetos, que após serem salvas no banco de dados desenvolvido no modelo, são utilizadas no segundo módulo para determinar a ordenação dos poços.

O objetivo central deste trabalho é tratar do desenvolvimento do segundo módulo. O primeiro será apresentado apenas para melhor contextualização entre os trabalhos.

Metodologia

Ferramentas computacionais

O modelo de análise estocástica e de tomadas de decisão foram montados em planilha eletrônica utilizando o Excel da Microsoft. Os dados são dispostos em células e o software suporta gráficos e tabelas para apresentação dos resultados, por meio de uma interface simples de interação com o usuário. A grande quantidade de recursos para realização dos cálculos que o Excel possui constitui em uma grande vantagem. Um bom exemplo é o Solver, ferramenta importante para resolução de problemas de programação linear. Neste trabalho, o Solver foi utilizado na modelagem matemática usando o método de envoltória de dados para determinação das máximas notas dos projetos, permitindo assim o posterior ordenamento dos mesmos.

Além disso, acoplado ao Excel foi ser utilizada a linguagem de programação orientada a objetos VBA (*Visual Basic for Applications*), que permitiu geração automática dos resultados e armazenamento dos dados em matrizes a fim de diminuir o tempo de processamento e economizar memória computacional.

Modelo de Análise Econômica

A figura 1 abaixo apresenta a tela de entrada das informações necessárias à realização das análises econômicas. As variáveis do modelo podem ser divididas em quatro grupos:

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

- Variáveis de controle - nome do poço e descrição do projeto;
- Variáveis de reservatório - produção de óleo (m³/dia) e gás (mil m³/dia), valor de mercado de óleo (US\$/bbl) e gás (US\$/mil m³), coeficiente de declínio de produção de óleo (1/ano) e gás (1/ano), tempo de produção (meses) e custo de produção (US\$/bbl)
- Variáveis de custos (mil US\$) e tempos de sonda (dias) para os mais diversos tipos de operação de intervenção;
- Variáveis econômicas como taxa de desconto, royalties, impostos e contribuições.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

Abril de 2013

MODELO DE CÁLCULO DE VPL (Versão DOIS)

Entrada de dados:

Nome do poço: _____

Descrição do poço: _____

DADOS DE RESERVATÓRIO

Descrição	Valor mínimo	Previsível	Valor máximo	OBSERVAÇÕES RELEVANTES
Produção de óleo (m ³ /dia)	10,00	15,00	20,00	
Produção de gás (mil m ³ /dia)	1,00	1,10	1,30	
Coeficiente de declínio óleo (1/ano)				
Coeficiente de declínio gás (1/ano)				
Valor do óleo (US\$/bbl)	34,99	55,00	55,01	
Valor do gás (US\$/mil m ³)	249,99	250,00	250,01	
Tempo de produção (meses)	6,00	12,00	18,00	
Custo de Produção OP (US\$/bbl)				

TAXA DE DESCONTO ANUAL (%) _____

ENCARGOS DE IMPÓSTOS, RENTYALTES E CONTRIBUIÇÕES (%) _____

CUSTOS E TEMPO DE SONDA

Página 1

CUSTO DE SONDA E AMORT (mil US\$)

Descrição	Tempo de sonda (dias)			Custo com mão-de-obra/Equipamentos (mil US\$)			OBSERVAÇÕES RELEVANTES
	Valor mínimo	Previsível	Valor máximo	Valor mínimo	Previsível	Valor máximo	
Retirada coluna BCS	1,00	1,50	2,00				
Equipar para BCS	1,50	2,00	2,50			150,00	
Carbônio convencional (3 descidas)	1,50	2,00	2,50			40,00	
Assentar BPE ou PRO FH a colana	1,50	1,80	2,50			10,00	
Condicionar revestimento	1,20	1,50	2,50				
Pescar Packer	2,00	3,00	10,00				
DTM, Amort. e Inst. BOP	1,30	1,50	2,80				
Desmontar BOP, exotar eq. Subt, Testar	0,50	0,80	1,50				
TOTAL:	10,40	16,10	27,80	150,00	200,00	6,00	

ADICIONAR POÇO CALCULAR ANÁLISE

FIGURA 1 – Página de entrada de dados para realização da análise econômica de cada projeto de intervenção em poços

Após a entrada dos dados indicados na Figura 1, são realizadas dez mil simulações pela técnica de Monte Carlo permitindo a determinação dos parâmetros econômicos do projeto, descritos a seguir: i) receitas (mil US\$); ii) despesas (mil US\$); iii) VPL (mil US\$); iv) receitas/despesas; iv) Volume total de gás produzido (milhões m³); e v) Volume total de óleo produzido (mil m³). As informações de cada projeto de intervenção em poço são consolidadas e armazenadas em banco de dados oculto para o usuário, em conjunto com os dados de entrada.

Os resultados tabulados para as diversas variáveis (valores de produção de óleo, produção de gás, tempo de sonda, tempo de produção, despesas, receita, Valor Presente Líquido, razão entre receitas e despesas, Volume Total de Gás e Volume de Óleo Equivalente) são apresentados para os percentis: 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95%; além de média, desvio-padrão e coeficiente de variação. Os resultados também são apresentados na forma gráfica.

Modelo de Tomada de Decisão por Envoltória de Dados

Os resultados da avaliação de viabilidade econômica de um projeto de intervenção se tornam os dados de entrada da DEA. Para cada variável de resultado, existem dez mil valores probabilísticos

simulados por Monte Carlo, portanto é necessário um critério para a obtenção de um valor único dessas variáveis. Neste trabalho, utilizamos como critério a média dos valores das simulações.

As diversas variáveis econômicas geradas podem ser classificadas em dois grupos: i) variáveis que impactam positivamente na nota do projeto (designado no modelo DEA por variáveis de saída); e ii) variáveis que impactam negativamente (designado no modelo DEA por variáveis de entrada).

As variáveis de saída consideradas na envoltória de dados são:

- Valor esperado para o Valor Presente Líquido (mil US\$) - VPL
- Receita média (mil US\$) - R
- Produção média de óleo (m³/dia) - PO
- Produção média de gás (mil m³/dia) - PG
- Valor esperado para a razão entre Receita e Despesas - RD

Com relação às variáveis de entrada:

- Probabilidade de o VPL ser negativo, parâmetro que define bem o risco de uma intervenção não ser viável economicamente. - prb
- Coeficiente de Variação do VPL - CV
- Despesas médias (mil US\$) - D
- Tempo de operação com sonda em dias, o qual servirá de base para calcular o custo da sonda + apoio - TS

No modelo proposto, a nota de cada projeto de intervenção é definida como:

$$\eta_1 = \frac{\alpha_{11}VPL + \alpha_{12}R + \alpha_{13}PO + \alpha_{14}PG + \alpha_{15}RD}{\beta_{11}prb + \beta_{12}CV + \beta_{13}D + \beta_{14}TS}$$
, em que α_{ii} e β_{jj} são os pesos de cada variável. Deve-se observar ainda que cada nota deverá estar contida no intervalo de 0 (nota mínima) e 1 (nota máxima).

Como cada projeto possui autonomia para definir seus próprios pesos, as variáveis de decisão do modelo se tornam α_{ii} e β_{jj} , em que devem ser maiores que zero. O objetivo de cada projeto é maximizar sua nota, sendo que $\max \eta_1$ é portanto a função-objetivo do problema.

Percebe-se que essa função é não linear, logo não pode ser resolvida por programação linear. Portanto, considerando arbitrariamente que o denominador é 1, a função objetivo se torna linear da forma: $\max \eta_1 = \alpha_{11}VPL + \alpha_{12}R + \alpha_{13}PO + \alpha_{14}PG + \alpha_{15}RD$ com a restrição de: $\beta_{11}prb + \beta_{12}CV + \beta_{13}D + \beta_{14}TS = 1$. Além disso, a nota de um projeto é no máximo 100%, ou seja: $\frac{\alpha_{11}VPL + \alpha_{12}R + \alpha_{13}PO + \alpha_{14}PG + \alpha_{15}RD}{\beta_{11}prb + \beta_{12}CV + \beta_{13}D + \beta_{14}TS} \leq 1$, que realizando os rearranjos necessários, torna-se: $\alpha_{11}VPL + \alpha_{12}R + \alpha_{13}PO + \alpha_{14}PG + \alpha_{15}RD - \beta_{11}prb + \beta_{12}CV + \beta_{13}D + \beta_{14}TS \leq 0$

Finalmente, a modelagem para o problema com DEA é descrita abaixo da forma:

Maximizar:	$\eta_1 = \alpha_{11}VPL + \alpha_{12}R + \alpha_{13}PO + \alpha_{14}PG + \alpha_{15}RD$	<i>Para o projeto em análise.</i>
Sujeito à:	$\beta_{11}prb + \beta_{12}CV + \beta_{13}D + \beta_{14}TS = 1$	<i>Para o projeto em análise</i>
	$\alpha_{11}VPL + \alpha_{12}R + \alpha_{13}PO + \alpha_{14}PG + \alpha_{15}RD - (\beta_{11}prb + \beta_{12}CV + \beta_{13}D + \beta_{14}TS) \leq 0$	<i>Para todos os projetos do Banco de dados</i>
	$\alpha_{ii} \geq 0, \beta_{jj} \geq 0,00001$	<i>Para todos os pesos das variáveis</i>

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

Os pesos das variáveis de entrada são considerados maiores que um número muito pequeno para que não haja a divisão por zero, prevenindo assim possíveis distorções da solução ótima.

O modelo apresentado acima é solucionado pela sub-rotina SOLVER do Excel, a qual é automatizada através de programação em VBA, o que possibilita a realização de todas as otimizações (uma para cada projeto no banco de dados) com único comando. Os resultados das otimizações são armazenados em uma pasta oculta ao usuário denominada MODELO DEA, contemplando as seguintes informações: i) Valores dos pesos α_{ii} e β_{jj} para cada; e ii) Notas de cada um dos projetos considerando todos os grupos de valores para os pesos α_{ii} e β_{jj} .

Determina-se para cada projeto a média e a mediana das notas obtidas e ranqueia-se os projetos em ordem de prioridades de acordo com esses dois parâmetros estatísticos.

Resultados e Discussão

O resultado principal do trabalho é o modelo planilha de tomada de decisão. Para verificarmos a sua funcionalidade, consideremos a aplicação de um estudo de caso: de posse de dados realísticos de 16 projetos hipotéticos de intervenção em poços, foram realizadas as análises econômicas.

Na tabela 1, são apresentados os dados econômicos desses 16 projetos que foram utilizados no modelo de tomada de decisão por envoltória de dados. Na tabela 2 são apresentados os valores de pesos α_{ii} e β_{jj} obtidos pela técnica DEA. Na tabela 3 são apresentadas as notas dos diferentes projetos, obtidas a partir dos diferentes pesos determinados anteriormente.

Projeto	POSITIVOS					NEGATIVOS			
	VPL Médio	Receita Média Atual	Prod. Óleo Med	Prod. Gás Med	Receita/Custo Médio	Prob. VPL<0	CV do VPL	Despesa Média Atual	Tempo de sonda Médio (dias)
1	31	80	2,83	3,76	1,6	0,42	0,47	49	23
2	34	70	4,52	2,48	2,0	0,16	0,27	36	24
3	44	90	0,30	2,74	2,0	0,05	0,23	46	25
4	90	200	4,06	12,58	1,8	0,36	0,05	110	14
5	147	500	30,84	198,12	1,4	0,34	0,55	353	27
6	82	150	0,46	1,69	2,2	0,50	0,68	68	11
7	32	40	3,95	21,38	5,2	0,19	0,05	8	25
8	92	122	1,25	4,66	4,1	0,46	0,60	30	23
9	116	150	9,51	36,16	4,4	0,15	0,09	34	8
10	25	200	6,75	3,57	1,1	0,30	0,70	175	11
11	254	600	32,67	308,06	1,7	0,01	0,61	346	10
12	5	20	0,27	0,91	1,3	0,09	0,56	15	13
13	132	300	1,74	9,97	1,8	0,30	0,73	168	8
14	87	180	4,31	38,61	1,9	0,34	0,29	93	34
15	396	700	11,37	50,02	2,3	0,05	0,50	304	19
16	559	900	87,47	199,46	2,6	0,47	0,78	341	44

TABELA 1 - Resultados econômicos dos 16 projetos

Coef. Numerador					Coef. Denominador			
1	2	3	4	5	1	2	3	4
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	5,30	0,40	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	13,21	1,33	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,07	0,00	0,04
0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	1,81	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05
0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00	0,04	0,03
0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,02	0,01
0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	8,54	0,00	0,01	0,01
0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,05
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,02	0,88	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

TABELA 2 - Valores dos pesos α_{ii} e β_{jj} dos 16 projetos

	Notas função das 16 otimizações															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	0,29	0,29	0,33	0,47	0,39	0,54	0,26	0,57	1,00	0,32	0,51	0,18	0,51	0,38	0,65	0,68
	0,13	0,39	1,00	0,18	0,14	0,14	1,00	0,29	1,00	0,11	0,62	0,36	0,17	0,19	0,61	0,21
	0,13	0,38	1,00	0,22	0,21	0,15	0,95	0,29	1,00	0,15	0,96	0,32	0,23	0,22	1,00	0,29
	0,14	0,17	0,23	1,00	0,60	0,22	0,18	0,18	1,00	0,27	0,80	0,04	0,41	0,34	1,00	0,79
	0,04	0,08	0,02	0,61	0,78	0,01	1,00	0,02	1,00	0,05	1,00	0,00	0,03	0,26	0,25	0,84
	0,22	0,20	0,24	0,59	0,57	0,62	0,12	0,37	1,00	0,48	0,92	0,11	0,83	0,32	1,00	0,84
	0,09	0,10	0,08	0,12	0,50	0,06	1,00	0,22	1,00	0,03	0,82	0,11	0,07	0,32	0,16	0,51
	0,19	0,27	0,26	0,21	0,10	0,33	1,00	0,73	1,00	0,05	0,17	0,23	0,20	0,22	0,29	0,35
	0,10	0,11	0,12	0,39	0,34	0,43	0,10	0,27	1,00	0,14	1,00	0,03	0,69	0,18	1,00	0,86
	0,20	0,19	0,21	0,58	0,60	0,58	0,12	0,33	1,00	0,50	1,00	0,10	0,83	0,30	1,00	0,90
	0,06	0,05	0,05	0,12	0,60	0,03	0,77	0,10	1,00	0,02	1,00	0,04	0,07	0,35	0,18	0,60
	0,14	0,38	0,75	0,17	0,09	0,16	1,00	0,34	1,00	0,11	0,25	0,48	0,17	0,18	0,31	0,14
	0,19	0,18	0,21	0,56	0,55	0,59	0,17	0,34	1,00	0,49	1,00	0,12	0,87	0,27	1,00	0,76
	0,19	0,32	0,52	0,58	0,55	0,27	0,38	0,27	1,00	0,30	0,76	0,08	0,46	0,45	1,00	0,87
	0,09	0,10	0,13	0,39	0,33	0,45	0,11	0,29	1,00	0,10	1,00	0,03	0,69	0,19	1,00	0,78
	0,10	0,15	0,02	0,16	0,61	0,03	0,27	0,07	1,00	0,14	1,00	0,03	0,08	0,20	0,23	1,00
	0,21	0,27	0,37	0,49	0,61	0,40	0,22	0,35	1,00	0,39	1,00	0,15	0,63	0,39	1,00	0,91
	0,06	0,05	0,05	0,12	0,60	0,02	0,77	0,10	1,00	0,02	1,00	0,04	0,07	0,35	0,18	0,60
	0,12	0,16	0,06	0,22	0,51	0,14	0,24	0,15	1,00	0,29	1,00	0,08	0,17	0,11	0,30	1,00
	0,06	0,05	0,05	0,12	0,60	0,02	0,76	0,10	1,00	0,02	1,00	0,04	0,07	0,35	0,18	0,60
Media	0,14	0,19	0,28	0,37	0,47	0,26	0,52	0,27	1,00	0,20	0,84	0,13	0,36	0,28	0,62	0,68
Mediana	0,13	0,17	0,21	0,30	0,55	0,19	0,33	0,28	1,00	0,14	1,00	0,09	0,21	0,29	0,63	0,77

TABELA 3 - Notas dos diferentes projetos, obtidas a partir dos diferentes grupos de pesos α_{ii} e β_{jj}

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

A tabela 3 dispõe as notas em reais, calculadas pela definição de eficiência (razão entre saídas e entradas) considerando seus pesos que otimizam sua nota; e relativas, calculadas considerando os pesos que maximizam nota dos outros projetos. Portanto, cada projeto possuirá a quantidade de notas igual à quantidade de projetos, sendo que uma delas é real e as outras são relativas.

Os 16 projetos analisados são classificados de acordo com a média e a mediana das suas notas (real e relativas). Os resultados do ordenamento, dos projetos de maior nota para os de menor nota, são apresentados abaixo na tabela 4 e na figura 2:

RANQUEAMENTO POR MÉDIA		RANQUEAMENTO POR MEDIANA	
PROJETO	Média das notas	PROJETO	Mediana das notas
9	1,00	9	1,00
11	0,84	11	1,00
16	0,68	16	0,77
15	0,62	15	0,63
7	0,52	5	0,55
5	0,47	7	0,33
4	0,37	4	0,30
13	0,36	14	0,29
14	0,28	8	0,28
3	0,28	3	0,21
8	0,27	13	0,21
6	0,26	6	0,19
10	0,20	2	0,17
2	0,19	10	0,14
1	0,14	1	0,13
12	0,13	12	0,09

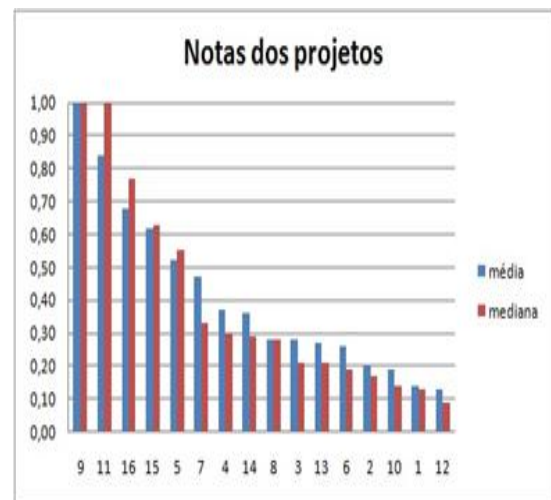


TABELA 4 - Ranqueamento dos 16 projetos por média e mediana FIGURA 2 – Gráfico de ordenação dos 16 projetos

De acordo com os resultados apresentados na tabela 4 e na figura 2, podemos observar que: i) Pouca diferença faz adotarmos média ou mediana, para o ordenamento (classificação) dos projetos; e ii) há nítida diferença entre as notas dos melhores projetos (terço superior dos projetos ranqueados) e as notas dos piores projetos (terço inferior dos projetos ranqueados).

A utilização desta metodologia permite ao tomador de decisão da indústria petrolífera uma rápida quantificação/classificação/priorização dos investimentos a serem feitos em intervenção em poços de petróleo.

Conclusões

A metodologia desenvolvida neste trabalho tem apresentado bons resultados. O procedimento de cálculo está automatizado em uma planilha Excel com a aplicação de programação em VBA, o que torna esta ferramenta bastante ágil no fornecimento de resultados.

Novas rotinas estão sendo introduzidas no presente trabalho com vistas a dotar esta ferramenta de maior flexibilidade e robustez no fornecimento de informações aos tomadores de decisão, o que poderá torná-la uma ferramenta capaz de ser utilizada no dia-a-dia pelas empresas petrolíferas. Observa-se ainda que o modelo aqui desenvolvido tem potencial de ser adaptado à realidade de outras indústrias.

Cabe ressaltar que a qualidade dos resultados fornecidos é função da qualidade dos dados de entrada. A adequada aquisição de informação é condição essencial para a eficácia da metodologia proposta.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal do Ceará e à ANP, através do programa ANP/PRH-31 pelo apoio financeiro tão necessário para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências Bibliográficas

LAPPONI, Juan Carlos. Avaliação de Projetos de Investimento: Modelos em Excel. São Paulo: Lapponi. 1996.

CORRAR, L.J. O modelo econômico da empresa em condições de incerteza – aplicação do Método de simulação de Monte Carlo. Caderno de Estudos nº 8. São Paulo: FIEPECAFI, 1993.

COSTA, Luiz Guilherme Tinoco Aboim e AZEVEDO, Marcos Correia Lima. Análise Fundamentalista. Rio de Janeiro: FGV/EPGE. 1996.

COLIN, Emerson Carlos. Pesquisa Operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

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.

THOMAS, José E. Fundamentos de engenharia de petróleo. 2. ed. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: Interciência, 2001. 271 p.

FARO, Clovis de. Elementos de Engenharia Econômica. 3. ed. São Paulo, Atlas, 1979.

TORRES, Oswaldo Fadigas Fontes. Fundamentos da Engenharia Econômica e da Análise Econômica de Projetos. São Paulo, Thomson Learning, 2006.