

Uso de Novas Tecnologias no Desenvolvimento de Campos de Petróleo: Decisão de Investimento Usando a Análise de Decisão em Condição de Incerteza.

Joaquim Rocha dos Santos, DSc (jrsantos@usp.br)
Professor-Colaborador e Pesquisador ⁽¹⁾

Danilo Taverna Martins Pereira de Abreu, MSc (danilo.abreu@usp.br)
Doutorando e Pesquisador ⁽¹⁾

Carlos Henrique Bittencourt Morais, MSc (carlos.morais@usp.br)
Doutorando e Pesquisador ⁽¹⁾

Danilo Colombo, MSc (colombo.danilo@petrobras.com.br)
CENPES - Petrobras

Marcelo Ramos Martins, DSc (mrmartin@usp.br)
Professor Associado e Coordenador ⁽¹⁾

¹ Laboratório de Análise, Avaliação e Gerenciamento de Risco (LabRisco), Universidade de São Paulo

RESUMO

Na indústria de óleo e gás, a exploração e o desenvolvimento de novos campos de petróleo e a revitalização de campos maduros são atividades que têm na incerteza um dos seus fatores principais a serem considerados nas tomadas de decisão de investimento. Em adição a essa incerteza, tem-se a necessidade cada vez maior de se inovar por meio da implantação de novas tecnologias, com o propósito de manter a competitividade das empresas, em uma condição de mercado sempre incerta com relação ao valor do óleo a ser comercializado. Uma forma de se apoiar esse conjunto de decisões é o uso das técnicas prescritivas propostas pela Análise de Decisão (AD) em Condição de Incerteza, como proposta por vários pesquisadores há décadas, com procedimentos que permitem explorar o valor esperado das alternativas, o valor da informação perfeita, o perfil de risco das alternativas propostas, o valor da informação imperfeita, o valor do controle perfeito, entre tantos outros aspectos. Esse trabalho apresenta a aplicação da AD a um problema de investimento, considerando o uso de novas tecnologias para o desenvolvimento de um campo de petróleo. Será feita uma análise ampla dos diversos elementos de incerteza existentes, será feito um modelo matemático para representar essas incertezas, e serão apresentadas as opções que melhor atendem aos objetivos dos tomadores de decisão, considerando sua aversão ou disposição ao risco.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Santos et al. [1], a operação em condições de incerteza é intrínseca à indústria de óleo e gás. A Figura 1 apresenta a evolução do preço do Brent ao longo do período de 1991 a 2021. Para agravar ainda mais essa volatilidade dos preços da *commodity* a competição do setor tem crescido de maneira intensa, forçando as operadoras a conduzir seus negócios com margens de contribuição cada vez menores.



Figura 1 - Preços do Brent (1991 - 2021), fonte: [2]

A operação com margens menores força os operadores a explorar o uso de novas tecnologias, que, se por um lado, apresentam promessa de melhores resultados financeiros, por outro, aumentam ainda mais as incertezas dos processos [3]. A inserção de novas e potencialmente mais lucrativas e arriscadas tecnologias força os gerentes de projeto a conduzirem uma gestão rigorosa do risco do negócio, de forma a garantir o sucesso do empreendimento e a satisfação dos *stakeholders* [4], [5].

Além dessa introdução, este artigo está estruturado da seguinte forma: a próxima seção apresenta a definição do problema; a terceira seção apresenta breve consideração sobre o modelo matemático; após isso, são apresentados e discutidos alguns resultados obtidos pelo modelo; finalmente, são apresentadas as conclusões e recomendações.

2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O planejamento e execução do desenvolvimento de um campo de petróleo é uma atividade altamente complexa. Para modelá-los, é necessário que se assumam algumas premissas razoáveis, que poderão ser relaxadas em versões posteriores dessa pesquisa. A configuração mais simples que se pode ter seria uma com uma única inovação, que poderia ou não ser adotada em detrimento de uma atividade consagrada. Em tese, inovações tecnológicas são incluídas por trazerem expectativas de melhor resultado financeiro. Por outro lado, inovações tecnológicas também podem incorporar incertezas adicionais aos projetos, podendo levar a resultados inferiores àqueles que seriam obtidos usando-se tecnologias consagradas.

Uma representação gráfica do projeto a ser analisado é apresentada na Figura 2. Nela são representados os caminhos possíveis do projeto.

- **Caminho 1** – O primeiro caminho possível ocorre quando se decide pelo uso da inovação e essa é bem-sucedida; tal caminho é representado pela sequência 2.1 → 2.2 → 2.4 → 2.5 → 2.6;
- **Caminho 2** – O segundo caminho possível ocorre quando se decide pelo uso da inovação, mas em algum momento o gerente do projeto aborta seu uso e opta por retornar ao uso da técnica tradicional; neste caso a sequência seria: 2.1 → 2.2 → 2.3 → 2.4 → 2.5 → 2.6; e
- **Caminho 3** – Finalmente, a terceira opção seria decidir-se pelo não uso da inovação; nesse caso, a sequência de atividades seria: 2.1 → 2.3 → 2.4 → 2.5 → 2.6.

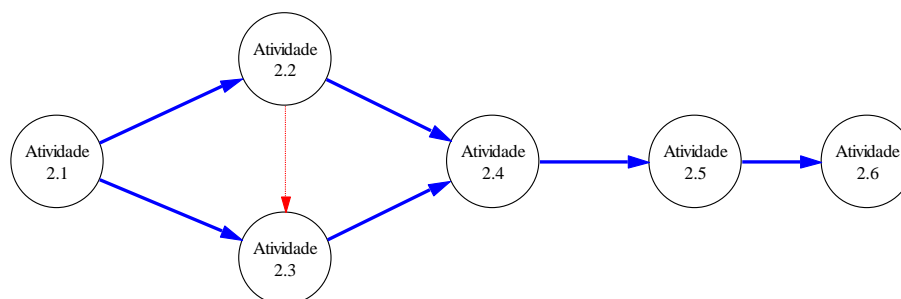


Figura 2 – Configuração do Projeto de Desenvolvimento de Campo

3. MODELO MATEMÁTICO

Os principais elementos de um modelo de AD são as decisões, as incertezas e os resultados [6], [7] e [8]. Segundo Howard e Abbas [6], o propósito da AD é contribuir para que o decisor tenha clareza nos seus pensamentos no momento de tomar a sua decisão, que segundo esses autores pode ser definida como: “... *uma escolha entre duas ou mais alternativas que envolve a alocação irrevogável de recursos*”. McNamee e Celona [8] destacam ainda que uma decisão se caracteriza por ser um ato sob total controle do decisor e fruto de sua determinação. As incertezas são caracterizadas pelo estado de conhecimento sobre o fenômeno em estudo, que chamadas de *subjective belief* por Bertsekas e Tsitsiklis [9]. O último elemento essencial são os resultados; de forma simples, podem ser definidos como a variável que define o valor de interesse para o tomador de decisão. É importante destacar que a forma de se calcular esse nó pode incluir vários fatores, tais como valores ponderados pelos objetivos, tolerância ao risco do decisor, fatores quantitativos e qualitativos, entre outros. As principais ferramentas da AD são os Diagramas de Influência (DI) e as árvores de decisão (AD). Dessas apenas o DI será usado nesse artigo, adotando o mesmo padrão proposto por Howard e Abbas [10].

A Figura 3 apresenta o DI desenvolvido para abordar a questão da tomada de decisão sobre uso de novas tecnologias no desenvolvimento de poços de petróleo. O DI da Figura 3 contém uma decisão (quadrado amarelo), oito nós de incerteza (elipses verdes) e dois nós de cálculo (retângulos azuis). A função objetivo do DI é representada pelo retângulo azul “Valor Total”.

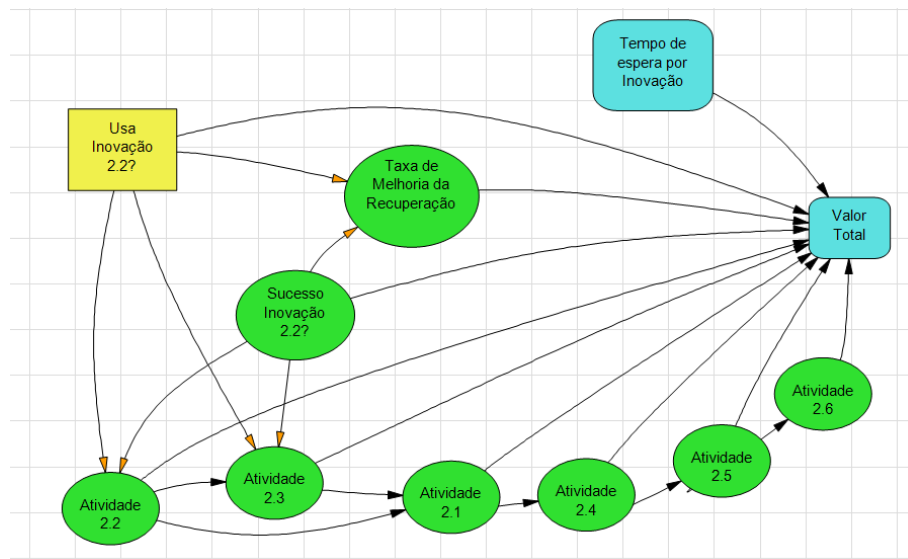


Figura 3 - Diagrama de Influências do Modelo

As setas representam que a informação contida no nó de origem é relevante para que se obtenha a informação relativa ao nó de destino. No DI há dois tipos de setas – com pontas pretas e douradas. As setas com pontas pretas têm conotação temporal – o evento de origem ocorre antes do evento de destino; já as setas com pontas douradas indicam que o evento de origem condiciona o evento de destino. Mais informações sobre os DI podem ser obtidas em [8], Capítulos 2 e 11.

Além das atividades, já descritas na seção 2 desse artigo, o modelo inclui uma variável de decisão (usar ou não nova tecnologia), transforma a melhoria da taxa de recuperação em incerteza, e inclui uma variável que define o tempo que o gerente leva para eventualmente desistir do uso da inovação, quando previamente tomou a decisão de adotá-la (caso em que se segue o **Caminho 2** definido na seção 2 do artigo). Os valores adotados para os cálculos são valores plausíveis disponíveis no *site* da Petrobras [11].

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos com o modelo de simulação são mostrados na Figura 4. O primeiro resultado é a probabilidade acumulada da função objetivo para a opção usar a nova tecnologia – Figura 4 (a); o valor esperado dessa opção é de 876 unidades monetárias. O segundo resultado é a probabilidade acumulada da função objetivo para a alternativa de se usar as tecnologias maduras –; o valor esperado dessa alternativa é de 815,2 unidades monetárias, inferior à outra alternativa. O terceiro resultado apresenta a função densidade de probabilidade para as duas opções – Figura 4 (c); nesse caso fica claro que a alternativa de se usar novas tecnologias apresenta maior dispersão de resultados com quatro regiões. Embora não tenha sido detalhado no artigo, a dispersão se concentra em quatro regiões devido a duas incertezas importantes: primeiro se a nova tecnologia terá sucesso ou será abandonada; e a segunda se refere às incertezas com relação à taxa de recuperação da nova tecnologia. Por último, apresenta-se a parte da árvore de decisão com seus valores calculados – Figura 4 (d); pode-se observar que a alternativa de se usar a inovação tem a melhor e a pior consequência, respectivamente, 906,4 e 805,2 unidades monetárias.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Pelos resultados obtidos por um modelo simples, pode-se concluir que a AD tem potencial de abordar a questão do gerenciamento de riscos de negócio com relação a decisão de uso de novas tecnologias na fase de desenvolvimento na indústria de óleo e gás.

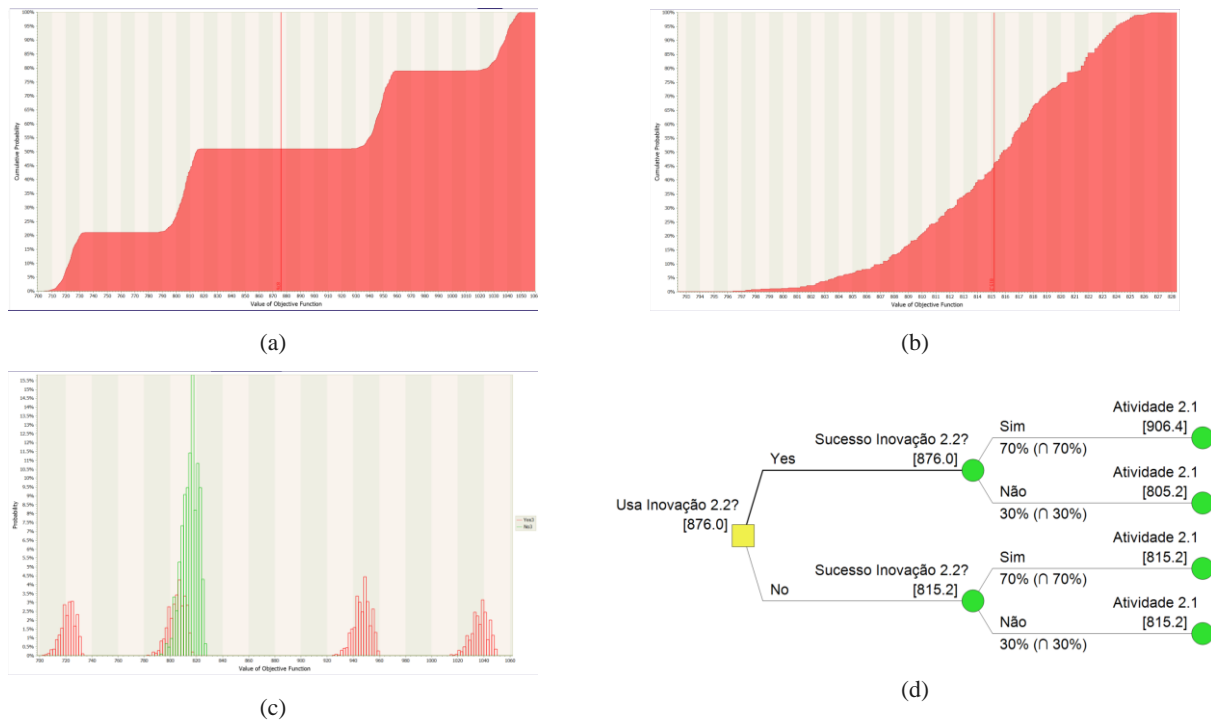


Figura 4 - Resultados do Modelo

Como seria previsto, o modelo mostrou que, se por um lado, a inserção de novas tecnologias pode gerar resultados mais rentáveis às operadoras, por outro, traz também nível maior de incertezas aos projetos de desenvolvimento.

Uma sugestão de trabalho futuro seria a expansão do modelo de forma a usar toda a potencialidade da AD, procurando trazer mais informações, como por exemplo, valor da informação perfeita e imperfeita, valor do controle perfeito, tolerância ao risco do decisor, entre outras.

6. REFERÊNCIAS

- [1] J. R. Santos, D. T. M. P. Abreu, C. H. B. Moraes, D. Colombero, e M. R. Martins, "Decisions in a condition of uncertainty involving the development of offshore oil fields: a proposal of a framework for a Decision Support Systems", in *Proceedings of the 31st European Safety and Reliability Conference (ESREL 2021) of the 31st European Safety and Reliability Conference (ESREL 2021)*, 2021, p. 1108–1115.
- [2] Investing.com, "Petróleo Brent Futuros", 2021. [Online]. Available at: <https://br.investing.com/commodities/brent-oil>. [Acessado: 30-abr-2021].
- [3] N. G. Leveson, *Engineering a Safer World*. London: The MIT Press Cambridge, 2011.
- [4] M. Cook, *Petroleum Economics and Risk Analysis*. Amsterdam: Elsevier B.V, 2021.
- [5] C. Fange e F. Marle, "A simulation-based risk network model for decision support in project risk management", *Decis. Support Syst.*, vol. 10, 2011.
- [6] A. E. Howard, Ronald A.; Abas, *Foundations of Decision Analysis*. Pearson Education, Inc., 2016.
- [7] C. S. H. W. J. Meyer, *Decision Quality: Value Creation from better Business Decisions*. 2016.
- [8] P. M. J. Celona, *Decision Analysis for the Professional*, 4th ed. Smart Org, Inc., 2001.
- [9] D. P. Bertsekas e J. N. Tsitsiklis, *Introduction to Probability*, 2nd ed. Nashua, NH, USA, 2008.
- [10] J. E. Howard, Ronald A.; Matheson, "Influence Diagrams", *Decis. Anal.*, vol. 2, n° 3, p. 127–143, 2005.
- [11] Petrobras, "Pré Sal". [Online]. Available at: <https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/>. [Acessado: 10-out-2021].