



ANÁLISE DE SENSIBILIDADE EM MODELOS DE DECISÃO MULTIATRIBUTOS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO

Ricardo Furtado

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Administração e Política de Recursos Minerais

Cx. P. 6152 – 13083-970 – Campinas – SP

rfurtado@ige.unicamp.br

Saul B. Suslick

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Administração e Política de Recursos Minerais

Cx. P. 6152 – 13083-970 – Campinas – SP

suslick@ige.unicamp.br

***Resumo.** As empresas do setor petrolífero enfrentam na atualidade um clima de competição acirrada em decorrência da volatilidade dos preços do óleo, das margens estreitas de rentabilidade e das restrições ambientais. Nesse cenário as firmas devem dispor de ferramentas adequadas para balancear as relações entre custo e benefício dos fatores econômicos, ambientais tecnológicos, que são elementos chaves no processo decisório de investimentos. Este artigo tem como principal objetivo analisar o comportamento dos pesos dos atributos do modelo de decisão multicritérios através da análise de sensibilidade "high dimension". A vantagem desse método é proporcionar ao analista uma melhor caracterização e controle na atribuição dos pesos dos atributos. Nesse trabalho, apresentamos uma simulação para um projeto hipotético de produção utilizando-se como opções FPSO (Floting Production Storage and Offloading), TLP (Tension Leg Platform) e SS (Semi Submersivel) e os atributos financeiro, tecnológico e ambiental para cada um dos sistemas de produção. Com base nessas variáveis, o modelo possibilita simular as diversas opções, proporcionando ao gerente a escolha do sistema de produção mais adequado aos seus objetivos e preferências.*

***Palavras-chave:** Análise de decisão, Análise de sensibilidade, Múltiplos critérios*

1. INTRODUÇÃO

O contexto atual de preços deprimidos, redução de custos e alto nível de competitividade obrigam as empresas de petróleo ao emprego de técnicas de decisão específicas para o tratamento e análise das suas opções de investimento na produção. Devido à intensidade de capital e a complexidade das etapas para a execução de um projeto de desenvolvimento e

produção no setor petrolífero, as decisões e as escolhas em um projeto estão deixando de ser intuitivas.

De uma maneira geral no processo decisório, o investidor se defronta com dois objetivos: maximizar o retorno esperado e minimizar o risco. A intuição do analista é importante, mas insuficiente, pois não possibilita uma revisão e uma análise da qualidade das decisões passadas quando os objetivos acima mencionados estão envolvidos de forma nem sempre harmônica.

O método de análise de decisão com múltiplos objetivos (MAUT) proporciona um significado lógico e tratável quando estão envolvidos no processo decisório objetivos contraditórios (*trade-off*). A relação de “trade-off” entre duas variáveis pode ser entendida como a atribuição de um peso mais significativo de um variável em detrimento de outra. Nem sempre essa forma de compensação conduz a recompor a somatória anterior, pois algumas variáveis apresentam uma relação não-linear. Segundo Howard (1988) análise de decisão é definida como uma disciplina que compreende a filosofia, a teoria, a metodologia e a prática profissional para formalizar importantes decisões. Por outro lado, Keeney (1982) define de forma mais intuitiva, como a formalização do senso comum para problemas de decisão, os quais são muito complexos para o uso informal do senso comum.

É necessário ressaltar que as técnicas de análise de decisão não visam eliminar nem reduzir o risco inerente às atividades de exploração e produção de petróleo. Trata-se de uma ferramenta para auxiliar o tomador de decisão na quantificação e no entendimento dos riscos, para que a empresa possa de forma racional avaliar a o seu nível de exposição aos mesmos.

O MAUT é formulado de acordo com as preferências em relação ao risco do gerente ou de um grupo de pessoas que definem quanto, como e onde será investido o capital da empresa. Uma das maiores dificuldades para formulação do MAUT é a atribuição de pesos aos atributos, principalmente quando o número de atributos é maior que dois. Na maioria dos casos as empresas já possuem um prévio conhecimento da importância de cada variável, mas não conseguem, com exatidão, definir estes pesos. Em outros casos os tomadores de decisão não tem noção da hierarquização dos atributos, tornando ainda mais complexo a definição de um modelo que represente adequadamente o comportamento e a capacidade da empresa em relação ao risco.

Dentro dessa perspectiva, o objetivo deste trabalho é introduzir uma metodologia que permita avaliar os pesos dos atributos no modelo de decisão com múltiplos critérios através da análise de sensibilidade “high dimension”. Segundo Butler et al.(1996), uma das vantagens da análise de sensibilidade “high dimension” em relação aos métodos tradicionais é a possibilidade de hierarquizar os pesos, bem como a inclusão de um teste de robusteza. A análise de sensibilidade tradicional somente é funcional quando aplicada em até duas variáveis. Na atualidade, as empresas do setor de exploração e produção de petróleo almejam mais que dois objetivos, como por exemplo: elevado retorno financeiro, baixo impacto ambiental, alto ganho tecnológico e segurança nas suas operações. O uso da análise de sensibilidade unidimensional não fornece uma avaliação mais extensiva do modelo de decisão, pois elimina uma análise simultânea e interativa dos pesos. Por sua vez, a análise de sensibilidade “high dimension” avalia o modelo de decisão com “n” atributos, com n maior um. Esta abordagem foi aplicada por Butler *et al.* (op.cit) em um modelo para escolha do melhor sítio para a instalação de uma usina termoelétrica envolvendo treze opções locais.

Para testar a metodologia proposta foi escolhido um cenário de produção proposto por Castro & Furtado (1998). Trata-se da descoberta um novo campo de petróleo em uma bacia já madura, com lâmina d’água de cerca de 800 metros, sendo então necessário que o gerente do campo defina qual o sistema de produção mais adequado, considerando-se o risco financeiro, tecnológico e ambiental, dentre as seguintes opções, para o desenvolvimento do campo:

1. Uma plataforma Semi Submersível (SS), escoando a produção de gás via gasoduto e a de óleo via um navio “Floting, Storage and Offloading” (FSO) com Turret.
2. Uma plataforma Semi Submersível (SS), escoando a produção de gás via gasoduto e a de óleo via oleoduto, pagando uma taxa por m³ escoado.
3. Um “Floating, Production, Storage, and Offloading” (FPSO) com Turret escoando a produção de gás via gasoduto e a de óleo via um navio.
4. Um “Floating, Production, Storage, and Offloading” (FPSO) com Turret escoando a produção de gás via gasoduto e a de óleo via oleoduto, pagando uma taxa por m³ escoado.
5. Uma “Tension Leg Platform” (TLP), escoando a produção de gás via gasoduto e a de óleo via um navio “Floating, Storage and Offloading” (FSO) com Turret.
6. Uma “Tension Leg Platform” (TLP), escoando a produção de gás via gasoduto e a de óleo via oleoduto, pagando uma taxa por m³ escoado.

Com o cenário traçado temos três atributos no modelo que nos fornecerá o sistema de produção mais adequado entre as seis opções apresentadas. O método de análise de sensibilidade “high dimension” é baseado na simulação randômica dos pesos e necessita de um software que tenha a capacidade de cálculo matricial. Nesse estudo foi utilizado o software MATLAB 5.0 (1996) e adotou-se como referência, o nível de 10.000 interações para a construção do modelo de múltiplos atributos aditivo e multiplicativo.

2. METODOLOGIA

Um primeiro conceito que é utilizado na avaliação econômica é o Valor Presente Líquido (VPL) e esta medida está associada ao atributo *risco financeiro*. O VPL de um projeto é o somatório dos valores de entrada e saída do fluxo de caixa de um projeto, descontados a uma taxa mínima de atratividade e referidos ao final da avaliação (delimitação) da descoberta. Outro conceito que também se refere a este atributo é o Valor Monetário Esperado (VME) que é definido pela soma do montante de capital (VPL) ganho ou perdido se cada resultado ocorrer multiplicado pela sua probabilidade de ocorrência. Segundo Nepomuceno(1997), o VME não especifica o nível ótimo de participação no projeto, sendo indiferente ao risco de grandes perdas financeiras e assume que o capital da empresa é ilimitado.

O conceito de VME inclui uma ponderação da consequência financeira pela sua probabilidade de sucesso. Entretanto, o risco não é função somente da distribuição probabilística de resultados de reservas ou metas de produção a alcançar, mas também da magnitude do capital sendo exposto à chance de perda, ou seja, um mesmo projeto pode ser considerado arriscado para uma firma e atrativo para outra. Usar o VME como critério para tomada de decisão significa que o tomador de decisão é totalmente indiferente ao dinheiro e ao risco.

Uma forma conveniente de expressar a preferência em relação ao risco é através da função utilidade definida por Von Neumann e Morgenstern (1953) e Pratt(1964). A função utilidade é construída atribuindo-se um valor numérico maior para o melhor resultado possível e um valor menor para um evento menos preferível. A obtenção de valores numéricos intermediários permite construir a curva da função utilidade que é única para cada tomador de decisão. Baseando-se no comportamento das empresas, a função utilidade mais usada na exploração de petróleo para representar o risco financeiro é uma função exponencial do tipo :

$$u(x) = 1 - e^{-\alpha x} \quad (1)$$

onde ,

u(x)= utilidade do atributo no ponto x,

x = valor da variável considerada (valor monetário),
 c = índice de aversão ao risco.

Este modelo de função utilidade é muito usado para formalizar o VPL. Maiores referências sobre o uso da função exponencial como xy para o risco financeiro (Walls,1994;Walls & Dyer,1996). O coeficiente de aversão ao risco é definido como: $c=-u''(x)/u'(x)$, onde $u'(x)$ e $u''(x)$ é a primeira e a segunda derivada da função utilidade, respectivamente. Este coeficiente fornece uma indicação do comportamento do investidor em relação ao risco com a variação da magnitude dos valores monetários(x) (Nepomuceno & Suslick,1999).

Para o atributo e é possível encontrar alguns estudos onde foram adotados como função utilidade o modelo logístico, que é dado por:

$$u(x) = \frac{1}{a - be^{-cx}} \quad (2)$$

onde:

a e b = constantes do modelo,
 c = coeficiente de aversão ao risco,
 $u(x)$ = utilidade do atributo no ponto x ,
 x = variável de interesse (ganho tecnológico).

Segundo Lanford (1972), esta função apresenta uma curva do tipo S, com uma sucessão de diferentes tecnologias que aparecem em um certo período com intuito de atender uma determinada demanda. Essa sequência de tecnologias apresenta um comportamento segundo uma função logística. Este tipo de função foi aplicado por Nepomuceno e . (1999) em um modelo de decisão envolvendo riscos financeiro e tecnológico.

A modelagem do risco ambiental na área de petróleo é mais complexa, pois a disponibilidade de informações para unidades de produção de petróleo flutuantes é bastante limitada. Após o levantamento das informações somente foi possível identificar os sistemas de produção SS apresentam um índice de vazamentos de 0,0005% vazamentos / unidade por ano (Statistical Report, 1992).

Tendo em vista que as informações não incluem dados recentes, não foi possível diferenciar, através de dados de campo, o risco ambiental entre as seis opções de desenvolvimento propostas. Como o objetivo principal deste trabalho é apresentar uma metodologia de análise de sensibilidade para modelos com mais de dois critérios, decidiu-se pela formulação de uma função utilidade hipotética exponencial para o risco ambiental, apenas para caracterizar o modelo múltiplos objetivos.

$$u(x) = e^{-cx} \quad (3)$$

onde:

$u(x)$ = utilidade do atributo no ponto x ,
 c = o coeficiente de aversão ao risco,
 x = o valor ambiental aplicado à função utilidade para o atributo e .

A teoria de utilidade com múltiplos atributos por definição envolve uma tomada de decisão que escolhe uma entre um número de alternativas baseadas em dois ou mais critérios (Nepomuceno & Suslick, 1998). Os dois métodos predominantes de associação das alternativas para o MAUT são as formas aditiva e multiplicativa (Keeney & Raiffa,1976). Quando os atributos do modelo são puramente independentes utiliza-se a forma aditiva. Se a independência não é satisfeita, a forma multiplicativa deve ser utilizada para a agregar as funções utilidades de cada atributo. A forma geral do modelo aditivo é:

$$u(X) = \sum_{i=1}^n k_i u_i(x_i) \quad (4)$$

onde x_i é o valor do atributo i ; $u_i(.)$ é o valor da utilidade do atributo i ; $0 \leq k_i \leq 1$ são as constantes escalares (pesos) para os n atributos tal que $\sum_{i=1}^n k_i = 1$.

Caso a independência entre os atributos não seja satisfeita o modelo multiplicativo que é dado por:

$$1 + k u(X) = \prod_{i=1}^n [1 + k k_i u_i(x_i)] \quad (5)$$

onde x_i e $u_i(.)$ são definidos como no caso aditivo; $0 \leq k_i \leq 1$ são as constantes escalares (pesos) para os n atributos tal que $\sum_{i=1}^n k_i \neq 1$; e k , conhecida como constante comum, é uma

constante escalar adicional definida como $1 + k = \prod_{i=1}^n [1 + k k_i]$ (veja Keeney & Raiffa, 1976).

O modelo aditivo é um caso especial da forma multiplicativa com $\sum_{i=1}^n k_i = 1$.

Uma das primeiras tarefas na construção do MAUT é atribuir pesos para os objetivos da empresa e como estes devem ser agregados no modelo. Os pesos do modelo com múltiplos objetivos mede a importância de pior para melhor entre os atributos do modelo. Portanto, por se tratar do comportamento do modelo, esta atribuição de pesos tem que ser cuidadosa e deve representar de forma fiel as preferências da empresa em relação aos seus principais objetivos.

2.1 Análise de sensibilidade bidimensional

A análise de sensibilidade proporciona ao tomador de decisão avaliar o modelo conforme a variação dos pesos dos atributos. Nesse trabalho o modelo múltiplos critérios possui três atributos: financeiro, tecnológico e ambiental. Uma alternativa para avaliação dos pesos deste modelo é a análise de sensibilidade unidimensional, variando-se os pesos de um atributo enquanto é mantida uma razão constante entre os demais pesos dos atributos, de modo a garantir que a somatória se mantenha sempre igual a 1. Este tipo de análise ignora o potencial de interação que pode resultar quando manipula-se simultaneamente os múltiplos pesos dos atributos, podendo ocasionar erros na avaliação do modelo.

Uma segunda alternativa é a combinação total dos pesos através de simulação algébrica (Butler, Jia & Dyer, 1996). Os resultados podem ser facilmente interpretados quando temos somente dois ou três atributos. Na Fig. 1, os eixos x e y representam os pesos do risco financeiro e tecnológico respectivamente. Isto implica que o peso do atributo risco ambiental é $1-x-y$. Para cada par (x, y) , o sistema de produção mais eficiente é indicado no gráfico da Fig.1. Quando se opera com três atributos, esta análise só é válida para o modelo aditivo, pois no caso multiplicativo, seria necessário avaliar a combinação dos pesos em um arranjo tridimensional, tornando mais complexa a sua visualização. No trabalho de Castro *et al.*(1998), os pesos sugeridos foram 0.75 para risco financeiro, 0.20 para o risco ambiental e 0.05 para o risco tecnológico, apresentando a TLP com oleoduto, como o sistema de produção mais eficiente.

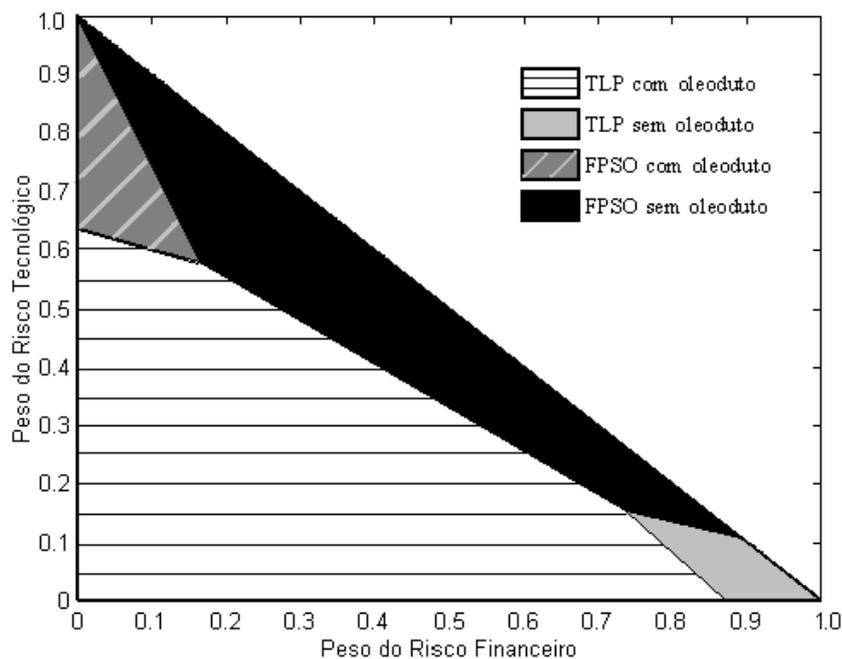


Figura 1 – Alternativas com maior preferência entre todas as combinações dos pesos

Outro inconveniente desta análise é o fato de aparecer alguns sistemas de produção onde nenhuma combinação de pesos satisfaça as preferências do analista. Por exemplo, no estudo de caso a SS com e sem oleoduto. Este fato não significa que estas opções devam ser descartadas. É necessário fazer uma análise mais detalhada dos sistemas de produção, pois ele pode aparecer como uma segunda opção e ser mais viável para a empresa.

Esta análise do modelo aditivo só funciona quando temos no máximo três atributos. Caso a empresa tenha mais objetivos, o que é uma realidade no contexto atual da indústria do petróleo, torna-se muito complexo avaliar a qualidade e robustez do modelo. Esse obstáculo pode ser superado com o emprego da análise de sensibilidade “high dimension”, permitindo a empresa incluir a quantidade de objetivos desejados que satisfaçam as suas preferências.

Devemos ressaltar que quando temos até três atributos, a análise de sensibilidade bidimensional torna-se importante, principalmente quando o tomador de decisão não sabe avaliar os pesos e a hierarquização dos objetivos para a empresa. O gráfico da Fig.1 fornece uma visão geral do modelo, permitindo ao gerente ou ao grupo de pessoas responsáveis pelo processo decisório que tenham algumas indicações sobre as suas preferências.

2.2 Análise de sensibilidade “high dimension”

O método de análise de sensibilidade “high dimension” proposto inicialmente por Butler *et al.* (1996) consiste em gerar os pesos dos atributos, utilizando um programa de simulação que gere várias combinações de pesos. Esta técnica proporciona um meio conveniente de testar a robustez do modelo de decisão.

Apesar de existir diversas técnicas de simulação dos pesos (Olson,1996), nós abordaremos neste trabalho os modelos aleatórios considerando que o tomador de decisão possui a priori uma ordem de importância dos atributos em relação as preferências da empresa. Deste modo, a simulação será realizada com pesos obtidos através de um processo

aleatório, os quais são ordenados e atribuídos aos objetivos de forma com que se estabeleça uma relação do valor preferido com o maior peso aleatório.

O primeiro passo da simulação da análise de sensibilidade é gerar aleatoriamente $n-1$ grupos compostos de dois valores entre 0 e 1, uniformemente distribuídos (Fig.2). Tanto no caso do modelo aditivo, como no multiplicativo é feita uma correção para assegurar que a soma dos pesos seja igual a um. Como já é conhecida a preferência do tomador de decisão referente aos atributos (veja Castro & Furtado, 1998), ordenou-se de forma crescente os valores obtidos e atribuiu-se o maior valor para o risco financeiro e o menor para o risco tecnológico. No caso da forma aditiva, os valores corrigidos e ordenados já correspondem aos pesos do modelo de múltiplos atributos, bastando aplicar estes valores conforme mostra a Eq. (4).

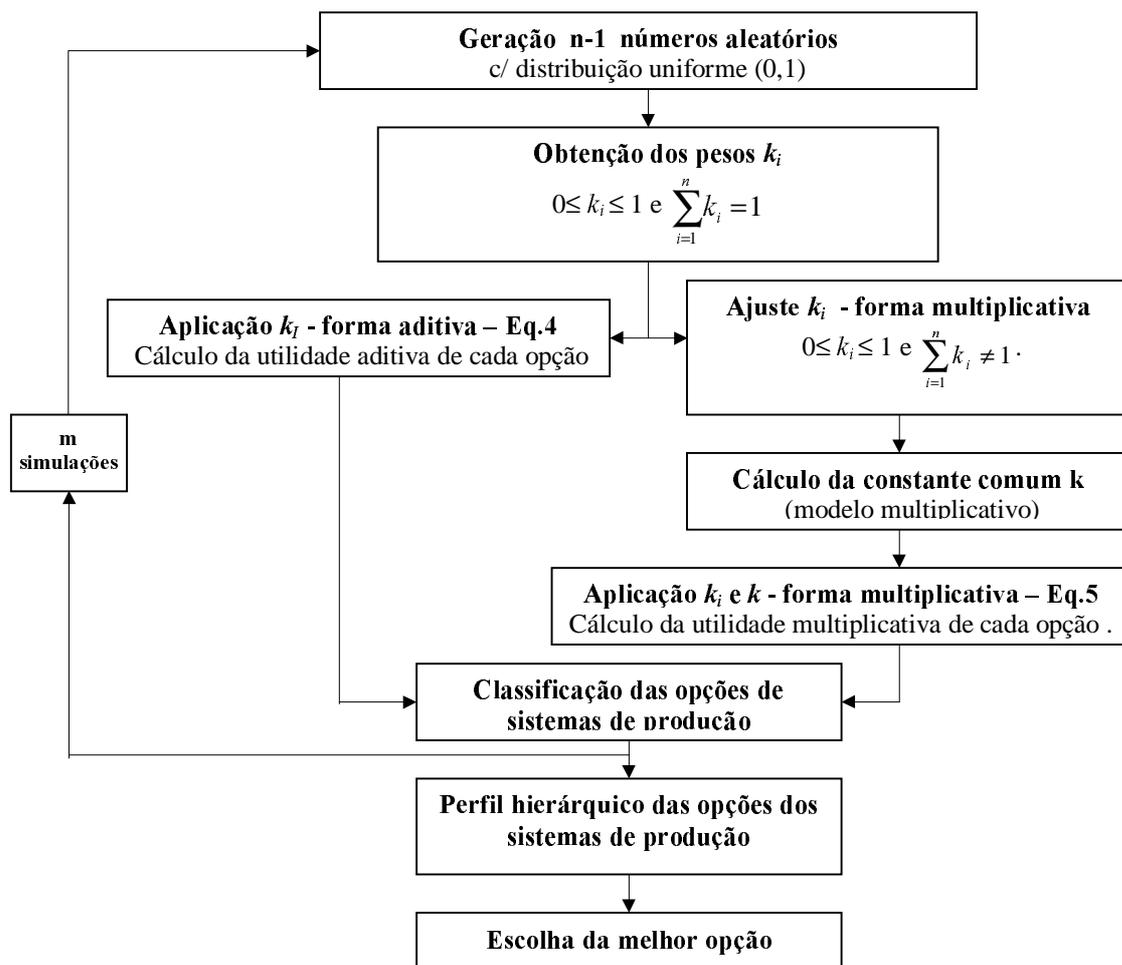


Figura 2- Fluxograma das etapas utilizadas na simulação dos pesos na Análise “High Dimension”

Dessa forma, teremos m valores de utilidade para cada uma das seis opções. Esses valores são ordenados e classificados na escala de um até seis, obtendo-se uma matriz de dados passível de tratamento estatístico (Fig.2). O mesmo procedimento é proposto para o modelo multiplicativo, ressaltando-se que o somatório dos pesos não é necessariamente igual a um, obrigando a utilização de um sistema que não prejudique as pressuposições do modelo

multiplicativo. Além disso, deve-se incluir o cálculo da constante comum k para a manutenção dos critérios de independência e ajuste do modelo multiplicativo (Keeney & Raiffa, 1976).

A robusteza do modelo e a escolha da opção mais eficiente é obtida no perfil hierárquico de cada opção através das matrizes resultantes da simulação. As Fig. 3 e 4 apresentam os gráficos desses perfis para as opções dos sistemas de produção na forma aditiva e multiplicativa.

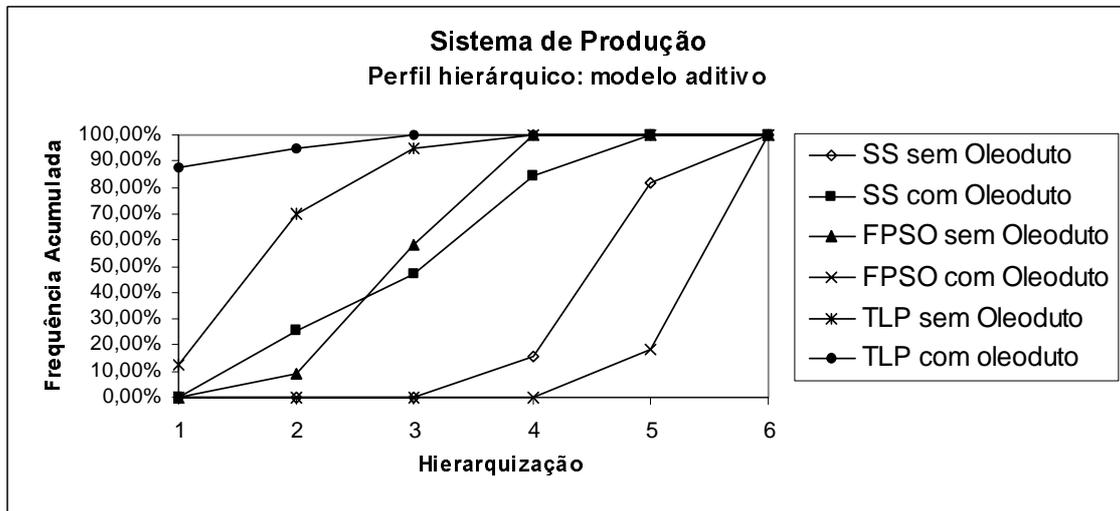


Figura 3- Perfil Hierárquico: forma aditiva

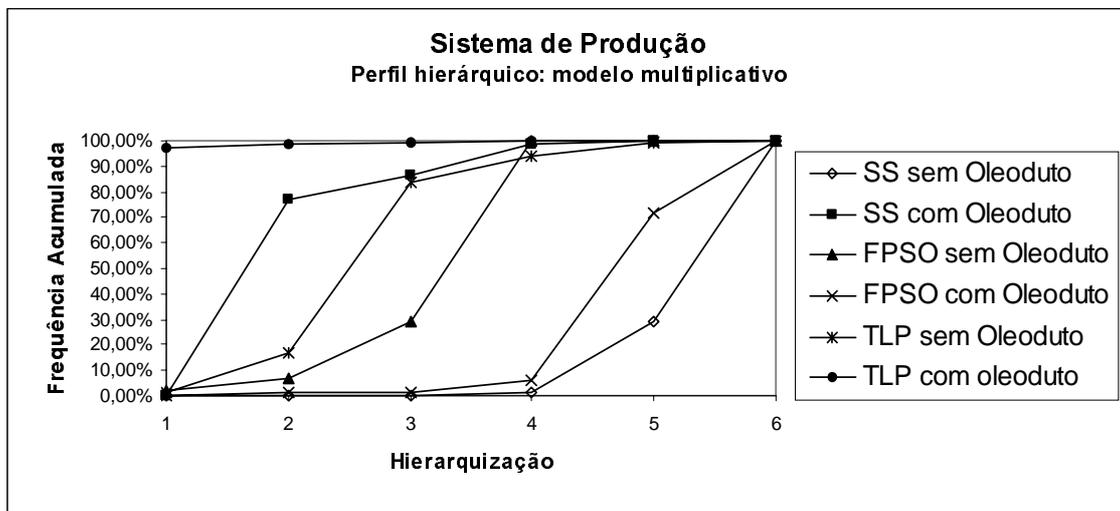


Figura 4- Perfil Hierárquico: forma multiplicativa

Conforme visto anteriormente na Figura 1, observa-se uma predominância do sistema TLP com oleoduto. Por sua vez, o modelo aditivo da Fig. 3 reproduz com maior intensidade as preferências pelo TLP com oleoduto, onde em 88% das simulações este sistema de produção foi classificado como o mais eficiente. No modelo multiplicativo (Fig. 4), a preponderância do TLP com oleoduto é ainda maior, atingindo 98% das preferências como primeira opção.

No modelo multiplicativo, quando existe a interação dos atributos financeiro, tecnológico e ambiental, o sistema de produção SS com oleoduto ocupa a segunda opção. Já no modelo aditivo, sem interação entre os atributos, o sistema SS com oleoduto situa-se abaixo das

preferências dos sistemas de produção TLP com oleoduto, TLP sem oleoduto e FPSO sem oleoduto.

Quando o analista define a ordem de prioridade de seus atributos, por exemplo, prioridade para o atributo financeiro, seguido do ambiental e tecnológico, os sistemas FPSO com e sem oleoduto, situam-se em uma escala abaixo de preferência entre as opções. Por outro lado, quando os atributos não são hierarquizadas, estes dois sistemas são classificados na primeira ordem das preferências, conforme a combinação dos pesos, principalmente quando o atributo tecnologia possui uma maior magnitude. Deste modo, fica patente o grau de importância da componente ambiental nesses sistemas de produção.

2.3 Considerações finais

No atual cenário econômico, as empresas de petróleo buscam formalizar o máximo possível as etapas do processo decisório em decorrência dos elevados riscos e do montante de capital envolvido. Deste modo, torna-se importante a criação de ferramentas analíticas para auxiliar os analistas em ambientes onde predominam múltiplos atributos que afetam a decisão e a escolha das alternativas.

Neste trabalho os autores preocuparam-se em apresentar uma forma de avaliar os pesos e a robustez do modelo de decisão com múltiplos critérios para os sistemas de produção de petróleo offshore. Os resultados obtidos com a análise de sensibilidade high dimension foram bastante auspiciosos, superando as restrições naturais da análise bidimensional que não incorpora a dinâmica da interação dos atributos no processo decisório. A simulação do modelo "high dimension" com o sistema de produção TLP com oleoduto (forma aditiva e multiplicativa) mostram claramente a vantagem, pois este sistema situa-se como primeira opção na ordem das preferências do analista e manteve uma certa consistência nas simulações.

Esse modelo permite também um tratamento estatístico mais detalhado, gerando os perfis hierárquicos que se ajustam de maneira mais adequada às preferências das empresas, além de proporcionar condições mais favoráveis e reais na tomada de decisão.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq e ao PADCT/CNPq pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Butler, J., Jia, J. & Dyer, J 1996, Simulation techniques for sensitive analysis of multi-criteria decision models, *European Journal of Operational Research*, p.30.
- Castro, G. T. & Furtado, R., 1998, Um processo de decisão que leva em conta os riscos tecnológicos, ambientais e financeiros. Trabalho apresentado no curso de Avaliação Econômica de Projetos de Mineração e de Petróleo, Departamento de Administração e Política de Recursos Minerais, UNICAMP, Campinas, SP.
- Howard, R., 1988, Decision analysis: practice and promise. *Management Science*, V. 34, n.6, p. 679-695.
- Keeney, R. L., 1982, Decision analysis: an overview. *Operations Research*, 30; 803-808.
- Keeney, R. L., Raiffa, H. 1976 *Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs*. Cambridge: Cambridge University Press, 569p.
- Lanford, H. W., 1972 *Technological forecasting methodologies Chapter 4: Analytical Techniques: Advanced trend Analysis*. American Management Association.

- Nepomuceno, F.,1997, Tomada de decisão em projetos de riscos na exploração de petróleo. Tese de Doutorado. Campinas: UNICAMP/IG/DARM, 243p.
- Nepomuceno & Suslick, S.B. 1999, Alocação de recursos financeiros em projetos de risco na exploração de petróleo, FGV/RAE, (no prelo).
- Nepomuceno,F.,Suslick,S.B., Walls,M.R. 1999, Investment and technology decision model in offshore oil exploration in Brazil: a decision analysis using multi-attribute utility theory. Natural Resources Research, Journ.Int.Mathematical Geology, (no prelo).
- Olson, D.L., 1996, Use of centroid approach for selection sensitivity analysis. Working paper, Texas A&M University, College Station Texas.
- Pratt, J.W., 1964, Risk aversion in the small and large. *Econometrica*, 32, 122-136.
- Von Neumann, J. & Morgenstern, O.,1953, Theory of games and economic behavior. Princeton, Princeton University Press, 3.a edição.
- Walls, M. R., 1994, Corporate risk tolerance and capital allocation: a practical approach to setting and implementing an exploration risk policy. In: *Managing Risk and Strategic Decisions in Petroleum Exploration*. Seminar. Rio de Janeiro: PETROBRÁS.
- Walls, M. R. & Dyer, J.S., 1996, Risk propensity and firm performance: a study of the petroleum exploration industry. *Management Science*, Vol. 42, Nº 7, July.
- World Offshore Accident Data bank (WOAD), Statistical Report 1992, Technica.

SENSITIVITY ANALYSIS FOR MULTI-ATTRIBUTES DECISION MODELS FOR OIL PRODUCTION SYSTEMS

Abstract. The oil companies are facing presently a competitive scene due of high price volatile, low profits margins and increasing environment constraints. In this scenario the firms should have adequate decision tools for evaluate the cost and benefit impact from the financial, environmental and technological factors. This paper presents a framework for evaluating the weights of multi-criteria decision models, using a high dimensional sensitivity analysis. This approach allows a better simultaneous changes of the weights and provide indications for a robustness control of the weights. The simulation procedures were applied in a hypothetical study case of a petroleum production system in an offshore marine environment involving three options: FPSO (Floating Production Storage and Offloading), TLP (Tension Leg Plataforma), and SS(Semi-submersible), using the financial, environmental, and technological attributes. This model permit to simulate several options and alternatives, as well as a rational tool for managers choose between oil production systems according to firm preferences and objectives.

Key-words: *Decision analysis, Sensitivity analysis, Multi-attribute*