



## **25º Congresso Nacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore**

Rio de Janeiro, 10 a 12 de Novembro de 2014

### **Análise de Opções Reais para Apoio a Decisão de investimento em Navio: Valor de Opção e Aversão a Risco**

Floriano C. M. Pires Jr. – COPPE/UFRJ  
Mauro Rezende Filho – FACC/UFRJ

#### **Resumo:**

O trabalho apresenta um modelo de análise de opções reais para apoio a decisão de investimento em navios petroleiros. O modelo considera a flexibilidade gerencial para abandono e interrupção do projeto, ou seja, venda do navio e lay-up, durante a vida útil do projeto.

A análise é baseada na simulação de Monte Carlo do fluxo de caixa do projeto, considerando o afretamento time-charter em contratos anuais. O modelo considera que a cada ano o investidor decide a continuação, interrupção ou abandono do projeto. Os projetos interrompidos são analisados para continuação em lay-up, retorno a operação ou venda do navio.

O critério de decisão é o do Equivalente Certo positivo, descontado o fluxo futuro à taxa de desconto livre de risco. Para o cálculo do Equivalente Certo é considerada a função utilidade exponencial, que tem como parâmetro o coeficiente de aversão a risco do investidor. Os resultados são parametrizados em relação ao coeficiente de aversão a risco, cujo efeito no valor de opção e, conseqüentemente, na decisão de investimento é analisado.

#### **1 - Introdução**

A gestão de projetos é a arte de planejar, coordenar, organizar, dirigir, e administrar recursos de tal maneira que se possa realizar um empreendimento dentro do tempo e custo definidos, permitindo resultados ótimos e satisfazendo o cumprimento dos objetivos do projeto e dos stakeholders.

Os projetos de construção naval baseiam-se nestes princípios, ou seja, quando um armador contrata a construção de uma embarcação, está na realidade contratando um projeto com prazo de maturação longo e sujeito a uma série de riscos na sua realização, assim como, devido a volatilidade do mercado de time charter, a riscos de operação do navio.

O objetivo deste artigo é apresentar uma técnica que, durante a operação de um navio petroleiro Suezmax, permita avaliar o risco, auxiliando o armador na decisão de continuar ou não a operação. Essa metodologia usa a

teoria da utilidade e a teoria de opções reais para incorporar a avaliação econômica e a análise de risco no processo de tomada de decisão, levando em consideração a capacidade de investimento da firma e a disposição de seu gerente para correr riscos.

Este trabalho aborda o conceito do risco financeiro na operação de petroleiro, particularmente o risco associado a sua exploração comercial. Na operação, o risco se relaciona com o potencial de perda, como a rentabilidade esperada do projeto versus a opção de abandoná-lo ou para a parada da operação por um determinado tempo (lay-up de 12 meses).

A análise quantitativa do risco não elimina ou reduz o risco do projeto. É uma ferramenta para avaliar, quantificar e entender cada projeto e seu risco associado, de forma que o gerente possa tomar melhores decisões estratégicas e financeiras. A teoria de opções reais em contraponto com a metodologia tradicional de avaliação de projetos, inserindo

flexibilidade ao processo decisório, oferecendo alternativas ao investidor durante a operação do projeto.

## 2 - Ferramentas Utilizadas

Na alocação de recursos financeiros em projetos de transporte de petróleo, utiliza-se de todo o instrumental da avaliação econômica de projetos que visa a determinar seu fluxo de caixa, sua taxa mínima de atratividade e seu valor presente líquido. Quando se dispõe da probabilidade de sucesso, calcula-se também o valor monetário esperado do projeto.

Além disso, neste trabalho aplica-se a teoria da utilidade, criada por Von Neumann e Morgenstern (1953), visando a definir a curva de preferência do gerente diante do risco, bem como seu nível de aversão ao risco face a volatilidade das taxas de time charter, que é a receita do projeto. Também utiliza a teoria de opções reais, atribuída ao Myers (1977), que primeiro identificou o fato de que muitos corporativos ativos reais podem ser visto como opções de compra.

Para agilizar e sistematizar as análises de cenários foi criado sistema computacional que sintetiza as teorias e facilita a aplicação desse método em diversos contextos do processo de decisão. Foi escrito em Visual Basic com suporte do banco de dados Access e o Excel para a geração de gráficos, ambos da Microsoft®.

### 2.1 - O método do fluxo de caixa descontado

Os métodos tradicionais de alocação de capital, tais como a análise do valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o prazo de retorno do capital (Payback), frequentemente conduzem a escolhas não apropriadas de investimentos que apresentam diferentes riscos. A determinação do VPL é dado pela Equação 1.

$$VPL = \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+t)^i} - INV \quad (1)$$

Onde: FC<sub>i</sub> = valor do fluxo de caixa no instante i

t = taxa de juros para desconto do FC

INV = investimento inicial do projeto

i = período de análise do projeto

Conceitualmente pode-se dizer que VPL é o valor agregado a um investimento pelo

fato de realizá-lo. Se o VPL for igual a zero, a interpretação é de que pelo menos os custos dos investimentos realizados estão sendo remunerados na mesma proporção dos valores gastos e, se for negativo significará que os custos dos investimentos realizados não estão sendo remunerados, no prazo desejado.

Segundo Dias (2005) em um mercado em equilíbrio, risco e retorno estão ligados. A taxa ajustada ao risco é o retorno esperado (ou exigido) pelos investidores para assumir o risco de um ativo. Quanto maior o risco sistemático, maior será o retorno exigido pelo investidor. Em mercados competitivos, qualquer redução deste risco é compensada pela redução do retorno.

Conforme o CAPM (Capital Asset Pricing Model), assumindo que os mercados são competitivos, a taxa ajustada ao risco é composta de duas parcelas, a taxa livre de risco  $r_F$  (representando o valor do dinheiro no tempo) mais a parcela de prêmio de risco:

$$r_S = r_F + \underbrace{\beta(r_M - r_F)}_{\pi = \text{prêmio de risco}} \quad (2)$$

$\mu$  prêmio temporal

Segundo Dixit & Pindik (1977) investimento é o ato de incorrer em custos imediatos na expectativa de futuros benefícios. O retorno do investimento seria o ganho de capital adicionados os dividendos, ou seja,  $\mu = \alpha + \Omega$ . Igualando com a Equação 2 do CAPM temos:

$$\alpha - \pi = r - \Omega \quad (3)$$

Ou seja, a tendência  $\alpha$  penalizada pelo prêmio de risco  $\pi$  é igual à taxa livre de risco  $r$  menos a taxa de dividendos  $\Omega$ . Esta tendência  $\alpha - \pi$  é chamada de tendência neutra ao risco, assim sendo,  $r - \Omega$  também é uma tendência neutra ao risco. Esta relação é muito utilizada para os casos de tempo contínuo e em simulações de Monte Carlo.

### 2.2 - Teoria da utilidade

Uma forma conveniente de expressar a preferência em relação ao risco é por meio das funções utilidade definidas por Von Neumann e Morgenstern (1953). A função utilidade é construída atribuindo-se um valor numérico maior para o melhor resultado possível e um valor numérico menor para o

evento menos preferível. A obtenção de valores numéricos intermediários permite construir a curva da função utilidade, que é única para cada tomador de decisão.

### 2.2.1 - Comportamento diante do risco

Normalmente, as pessoas apresentam aversão crescente ao risco quando se aumenta o valor monetário do investimento. Na Figura 1, no eixo dos x, têm-se os valores monetários dos possíveis resultados. No eixo dos y, representa-se o valor da utilidade, um número abstrato que é agregado a cada um dos possíveis resultados da decisão. Cada resultado tem uma utilidade, sendo que as mais desejáveis têm valores mais altos que as menos desejáveis (Suslick, 2000).

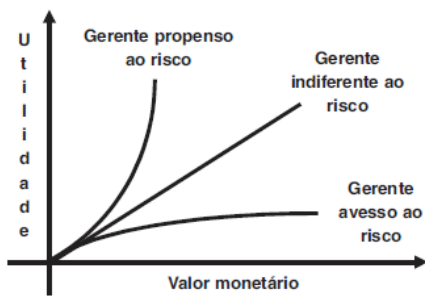


Figura 1 – Curvas de comportamento dos gerentes diante do risco

A função exponencial do tipo  $U(x) = -e^{-cx}$  é a mais utilizada em análise de investimentos, em que  $c$  é o coeficiente de aversão ao risco característico de cada gerente e tem uma forte relação com o tamanho da empresa, ou seja, com o capital anual da companhia (Walls, 1994).

O coeficiente de aversão ao risco embutido na função utilidade  $U(x)$  é definido pela expressão:

$$c = -\frac{U''(x)}{U'(x)} \quad (4)$$

em que  $U'(x)$  e  $U''(x)$  são a primeira e a segunda derivadas de  $U(x)$ , respectivamente.

Esse coeficiente indica como varia o comportamento do investidor em relação ao risco com a magnitude dos valores monetários ( $x$ ). Assim,  $c > 0$  indica aversão ao risco,  $c = 0$  indica indiferença ao risco e  $c < 0$  indica propensão ao risco.

A aversão ao risco financeiro depende do capital disponível e dos sentimentos do

decisor diante do risco. Julgar projetos coerentemente significa avaliar diversos projetos usando o mesmo nível de aversão ao risco. Não existe um nível certo ou errado de aversão ao risco. O nosso objetivo é estabelecer uma ferramenta que auxilie o decisor a avaliar os impactos do nível de risco que está disposto a assumir.

A unidade de valor da medida de tolerância ao risco toma a unidade da função utilidade de interesse, nesse caso, o valor monetário (US\$, R\$, etc.).

### 2.2.2 - Função utilidade

Uma forma conveniente de expressar a preferência em relação ao risco é por meio das funções utilidade definidas por Von Neumann e Morgenstern (1953). A função utilidade pode ser definida empírica ou analiticamente. A definição empírica faz-se por meio de uma entrevista com o decisor respondendo a questionário previamente identificado. Alternativamente, a função utilidade para uma determinada variável pode ser definida utilizando-se expressões analíticas, como nos exemplos seguintes:

- a) linear:  $U(x) = cx$
- b) exponencial:  $U(x) = -e^{-cx}$
- c) logarítmica:  $U(x) = \ln(x + c)$ ,  $c > 0$ ,  $x > -c$
- d) raiz quadrada:  $U(x) = \sqrt{x + c}$ ,  $c > 0$ ,  $x > -c$

Hammond III (1974) mostrou que uma função utilidade exponencial (o único tipo que tem função de aversão ao risco constante) poderia servir como um substituto para muitas outras funções utilidade sob algumas condições. Cozzolino (1980) mostrou que essa função exponencial é importante na avaliação e implementação da análise de risco nos projetos de exploração de petróleo, desde que a maioria das companhias não conheça realmente suas funções utilidade.

### 2.2.3 - Utilidade esperada e equivalente certo

Dois conceitos importantes para a aplicação da teoria da preferência foram introduzidos por Pratt (1964). Ele definiu os conceitos de equivalente certo e de função de aversão ao risco associados com a função

utilidade utilizando Simulação de Monte Carlo(SMC) para estimar o VPL.

- **Utilidade esperada do projeto:** é o somatório das utilidades de cada possível evento. Um tomador de decisão racional maximizará a utilidade esperada. Utilidade esperada do projeto é dada por:

$$E(U) = \frac{\sum_{i=1}^n e^{-cVPL_i}}{n} \quad (5)$$

Onde: E(U) = valor médio esperado da utilidade

c = coeficiente de aversão ao risco

VPL<sub>i</sub> = valor presente líquido do evento i

n = tamanho da amostra

- **Equivalente certo (Eq) e prêmio de risco:** muitas vezes, uma opção arriscada pode ser comparada a uma opção sem risco. Os executivos poderiam perguntar: qual o menor valor em dinheiro que eu aceitaria, sem risco, como retorno pela escolha arriscada, com esse valor esperado? Esse valor é o equivalente certo da escolha arriscada (Maital, 1996). Para quem não gosta de risco, ele é geralmente menor do que o valor esperado. A diferença entre o equivalente certo e o valor esperado é o prêmio de risco: o custo em dinheiro da incerteza, como é percebido pela pessoa disposta a tolerá-lo, conforme ilustra a Figura 2.

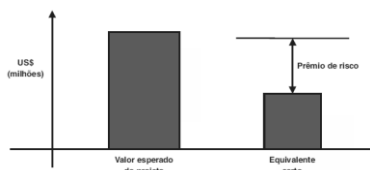


Figura 2 – Definição do prêmio de risco

O equivalente certo (valor ajustado ao risco) é o resultado do desconto do risco baseado na teoria da preferência ao risco, também conhecida como teoria da utilidade. O equivalente certo de um projeto de risco é o valor que o decisor está disposto a receber

para desistir do projeto (jogo). Exemplo: Carlos participava em um jogo de cara ou coroa em que ele podia ganhar R\$ 0 ou R\$ 5.000 e desistiu quando lhe ofereceram R\$ 800. Assim, para Carlos, o equivalente certo desse jogo é R\$ 800.

Por definição, a utilidade do equivalente certo é igual à utilidade esperada do jogo:

$$U(Eq) = E(u) \quad (6)$$

Para uma função utilidade do tipo  $U(x) = -e^{-cx}$ , o equivalente certo assumirá a seguinte forma:

$$Eq = -\frac{1}{c} \sum_{i=1}^n e^{-cVPL_i} \quad (7)$$

em que: Eq = equivalente certo do projeto

VPL<sub>i</sub> = valor presente líquido do evento i

Portanto, em função da aversão ao risco do investidor, ele recusará projetos em que o equivalente certo for menor que zero, ou seja, maximizará seu retorno quanto maior for o equivalente certo do projeto. A Figura 3 apresenta a curva do valor esperado do VPL contra a tolerância ao risco do investidor. Ou seja, quanto maior a tolerância ao risco maior a expectativa de retorno do investimento.

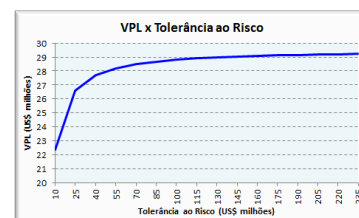


Figura 3 – Valor esperado do VPL versus Tolerância ao risco

Fonte: os autores

### 2.3 - Teoria de opções reais

Opções Reais (OR) há algum tempo é vista como uma abordagem moderna de orçamento de capital. Esta abordagem considera o valor das opções abertas para que o investidor possa tomar sua decisão. A origem do termo "opções reais" pode ser atribuído a Myers (1977), que primeiro identificou o fato de que muitos ativos reais podem ser visto como opções de compra.

Opção é um contrato, que dentro de certas condições, se deixa ao arbítrio de uma

das partes, o direito de adquirir alguma coisa. Ou seja, o comprador de uma opção tem o direito, mas não a obrigação de exercer no futuro, uma ação de pagamento devido a uma troca. Nas opções financeiras estas ações podem ser a compra ou a venda futura de algum produto com data e valor previamente estabelecidos. O comprador (ou o vendedor) somente exercerá o seu direito se isto lhe for conveniente.

Admitamos, por exemplo, que uma pessoa adquira (call) a opção de comprar 100 toneladas de um produto a R\$ 3.000,00 (preço de direito) pagando por este direito R\$ 1,00 por tonelada, sendo acordado que a data de expiração da opção será em 60 dias. Esta pessoa somente exercerá a opção, se o valor a ser pago pela opção estiver acima ou igual a R\$ 3.000,00 mais o prêmio pago, onde neste caso o vendedor estará obrigado a vender a 100 toneladas pelo preço acertado. O lucro do dono da opção será a diferença entre o preço pactuado na data de compra e o efetivo preço de venda da opção. Se o preço estiver abaixo do pactuado, o dono da opção deixará que expire sem exercitá-la, sendo seu prejuízo somente os R\$ 100,00 de prêmio pago antecipadamente.

OR vem sendo considerado nas duas últimas décadas como o novo paradigma para a análise econômica de projetos. O termo "real options" foi cunhado por Myers (1977), 4 anos após a publicação dos artigos seminais de Black & Scholes (1973) e Merton (1973) sobre valoração de opções financeiras. Myers (1977) caracterizou as oportunidades de investimento das firmas em ativos reais (projetos de investimento) como sendo análogas a opções de compra sobre esses ativos reais. Assim, a teoria das OR reconhece e valoriza o fato de que as firmas têm o direito, mas não a obrigação de investir  $\alpha$  num projeto que vale  $\beta$ .

Em projetos de construção naval opções reais também tem um relevante histórico de utilização nos mais diversos temas, onde podemos destacar:

- Bjerksund e Ekern (1995) analisam o valor da opção de prorrogar um contrato de transporte time charter;
- Bendall e Stent (2001) que aplicam a análise de opções reais para avaliar um investimento de transporte no Sudeste Asiático.

- Høeg (1998), em sua tese de apresentada no MIT, utilizou opções reais para a análise da contratação de navio novos, apresentando uma metodologia de avaliação de preços sobre as óticas do armador, do estaleiro e dos intermediários;
- Sødal, Koekebakker e Adland (2006), utilizam opções reais na análise de taxas de frete para navios graneleiros, apresentando um modelo para mercados ineficientes;
- Handelshøyskole (2007) apresenta uma análise em opções reais para navios de transporte de gás natural;
- Sødal, Koekebakker e Adland (2008), apresentam um modelo para determinar o valor da opção de compra de um navio que operaria tanto em carga seca como em carga líquida;
- Lai, Wang, Kekre e Secomandi (2010), apresentam um modelo de opções reais para a valorização do armazenamento de gás natural líquido em terminal;
- Pires, Assis e Rezende Filho (2012), utilizam opções reais para a determinação do valor da opção de abandono na ótica do armador, de um investimento em navio Suezmax;

Segundo Flanagan (2010) alternativas diferentes podem estar disponíveis uma vez que o projeto é realizado, bem como a incerteza em torno fluxos de caixa do projeto. Embora o último possa ser incorporado na taxa de desconto utilizada na análise VPL, a dinâmica de tal volatilidade no resultado dos fatores subjacentes não podem ser eficazmente incorporada num modelo VPL convencional.

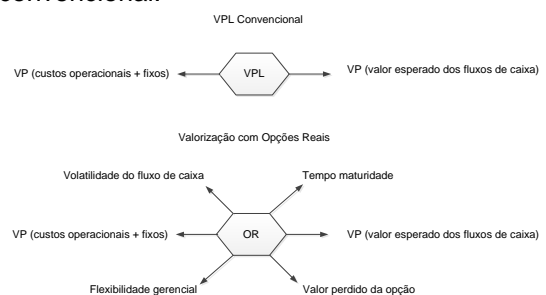


Figura 4 – Técnicas de Valorização com VPL e OR  
 Fonte: Cuthberston e Nitzsche (2001)

Trigeorgis (1995) classifica as opções reais pelo tipo de flexibilidade que elas oferecem. As opções podem ocorrer naturalmente, ou podem ser incorporados um projeto. Ou seja, na análise de um investimento de capital podem ser estudadas as opções de: adiar, expandir ou contrair um projeto, abandonar ou mudar para outro plano. Uma composição destas opções também é uma alternativa de análise.

- Opção de abandono
- Opção de expansão
- Opção de lay-up
- Opção de aguardar (delay)
- Opção de mudar
- Opção de expandir

O uso de técnicas de simulação é frequentemente utilizado para a determinação de valores futuros. Método de simulação pode também ser usado para avaliar as opções reais na mesma forma como para opções financeiras.

Segundo Mayers e Maid (1990) um projeto de investimento, portanto, deve incluir o valor da oportunidade de investir que este possui. A utilização da teoria das opções reais na análise de projetos de investimentos permite de uma forma teoricamente correta, não somente avaliar a flexibilidade administrativa, como tentar estimar todas as fontes de valores associados ao projeto. Portanto, o valor total de uma oportunidade de investimento pode ser descrita pela seguinte equação:

$$\text{VALOR DA OPORTUNIDADE DE INVESTIMENTO} = \text{VPL} + \text{VALOR DAS OPÇÕES}$$

Desta forma, quando não se considera o valor das opções reais, avalia-se parcialmente o projeto e por isso, muitas vezes estes são recusados. Ou seja, o VPL somente avalia corretamente projetos que não apresentem opções associadas ou, se existirem, não há qualquer fonte de incertezas. No caso de opções reais, projetos que seriam recusados por apresentarem VPL negativo poderão ser aceitos, caso o valor das opções seja suficientemente elevado para compensar tal valor, o abre um grande campo para a análise de projetos.

### 3 - Aplicação Prática em um Modelo

A análise será baseada em um projeto de compra e operação de uma embarcação, iniciando pela análise das séries históricas de taxas de time charter e de navios novos e usados, onde amostra apresenta as seguintes características:

- Navio petroleiro do tipo *Suexmax* com capacidade para 140.000 tpb;
- Os dados históricos são referentes ao período de 01/1981 a 12/2013;
- Os valores das taxas de time charter em US\$ mil/dia se referem a contratos de afretamento de 1 ano;
- Os preços de navios usados em US\$ milhões, representam embarcações com 5 anos de uso;
- Vida útil do navio a ser informado;
- Custo fixo a ser informado;
- Taxa livre de risco a ser informada.

A ideia é que a cada determinado período de tempo o investidor, com base aos dados conhecidos, faça a análise de permanência ou não com o projeto, e com isto estime o valor da opção desta decisão. A aplicação permite que este período de análise seja a cada 6 meses, ou 12 meses, ou 24 meses, ou 36 meses, ou 48 meses ou 60 meses. A Figura 5 ilustra o processo de simulação a cada 5 anos, onde caso o valor esperado do equivalente certo seja negativo, é tomada a decisão de abandonar o projeto, ou seja, vender o navio e para a sua operação.

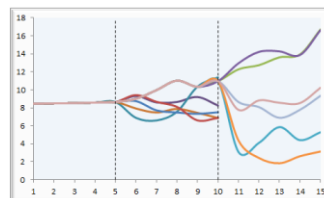


Figura 5 – Simulação da decisão de abandono nos ano 5 e ano 10

Os dados utilizados foram obtidos da ©Clarkson Research Studies 2014, empresa que acompanha a evolução de dados gerais da indústria naval mundial. Para facilitar a análise de vários cenários, no aplicativo desenvolvido, foram introduzidos os algoritmos para:

- Simulação das séries temporais;
- Análise de modelos estatísticos;
- Simulação da utilidade do VPL projetado e cálculo do Equivalente

Certo, utilizando a utilidade exponencial;

- Análise do valor da opção versus a tolerância ao risco do investidor;

Como as séries são muito longas (396 meses) procedeu-se então a atualização dos valores em dólares, utilizando para tal o site do U.S. Department of Labor ([www.bls.gov/bls/inflation.htm](http://www.bls.gov/bls/inflation.htm)), sendo que o Figura 6 apresenta como exemplo a série histórica e a corrigida das taxas de time charter.

Para modelar as séries temporais, foi utilizado o critério de menor erro quadrático, para a escolha do modelo matemático que melhor as representasse. O aplicativo permite

o teste de vários modelos, onde foi adotado o critério de modelar os primeiros 360 meses e utilizar os 36 meses finais para a validação do modelo. A Figura 7 apresenta o modelo de reversão para a média.

Uma série temporal pode ser encarada como uma realização de um processo estocástico. A condição de estacionariedade implica em:

- Média do processo é constante;
- Variância do processo é constante
- Covariância entre  $Z_t$  e  $Z_{t+k}$  depende apenas do "lag"  $k$ .

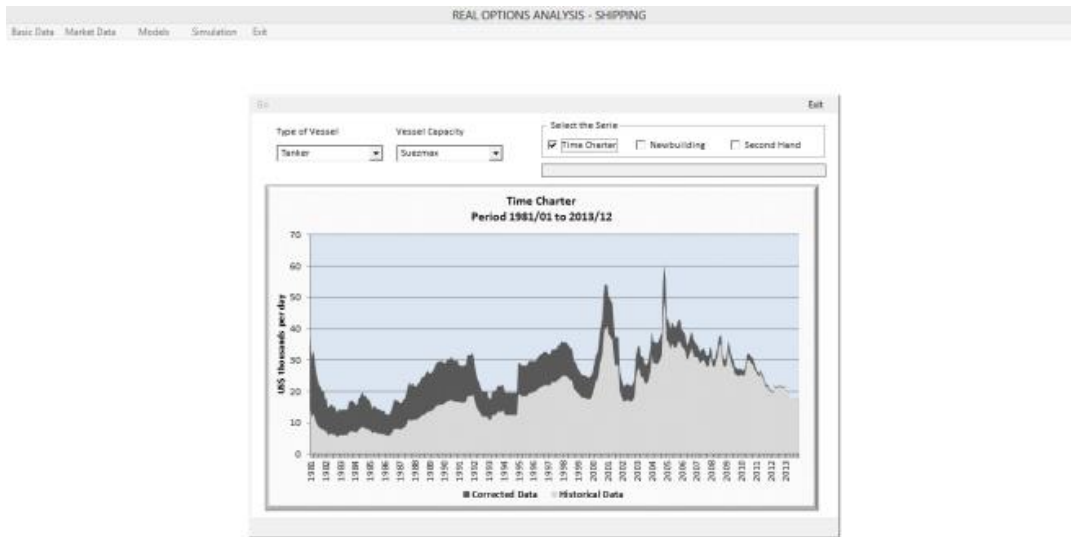


Figura 6 – Dados históricos da série de time charter

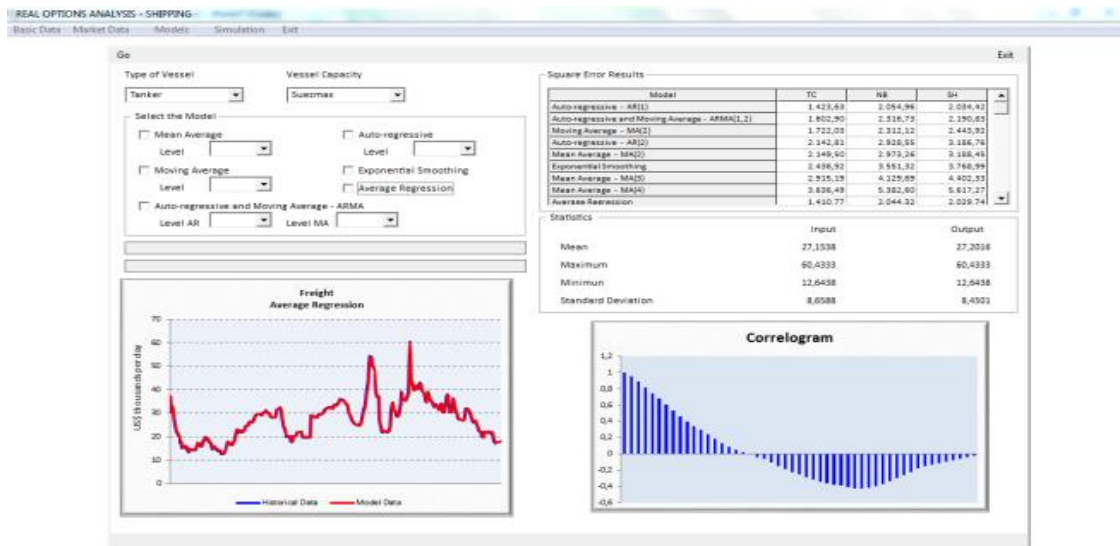


Figura 7 – Resultados do modelo de reversão para a média

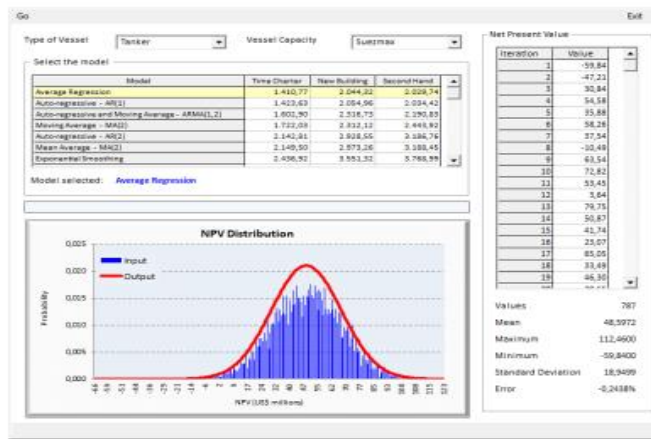


Figura 8 – Estabilidade do modelo (reversão para a média)

A análise de séries temporais utiliza dados do passado para quantificar relações históricas. Se o futuro é igual ao passado, então essas relações históricas podem ser utilizadas para prever o futuro. No contexto de séries temporais, a ideia de que as relações históricas podem ser generalizadas para o futuro é formalizada pelo conceito de estacionariedade, ou seja, que a distribuição da variável da série temporal não se altere ao longo do tempo. Após a modelagem das séries, plotamos o correlograma das mesmas, de modo a observar a sua estacionariedade.

O gráfico da Figura 7 apresenta o correlograma tomado dos valores de simulações aleatórias, onde se comprova então a robustez do modelo adotado, tendo em vista que a série se tornou estacionária.

Escolhido o modelo a ser adotado, o próximo passo será a determinação da estabilidade do processo de simulação. Para tanto foi adotado o critério de que a variação da média do VPL no tempo  $t$  e no tempo  $t - 1$  não pode ser superior a 1%. A figura 8 apresenta o resultado para o modelo de reversão para a média.

Tolerância ao risco procura mostrar o quão sensível uma organização ou os gestores são aos riscos. Alta tolerância significa que podem suportar um risco elevado e baixa tolerância significa que não conseguirão suportar muito risco. Há muitos fatores que afetam a tolerância ao risco. Se o projeto é crítico, a organização provavelmente estará disposta a correr mais riscos. No entanto, se o projeto não é muito importante, a organização pode não estar disposta a assumir muito risco. Admita que uma organização está analisando um projeto. Suas estimativas aproximadas dizem que o custo do projeto será de cerca de US\$ 100.000. Ao analisar o projeto, os gestores decidem que não podem permitir uma variação de mais de 10% do valor do projeto. Este US\$ 10.000 é o limite de tolerância da empresa.

Já aversão ao risco de uma organização mostra o quanto ela está disposta a assumir um risco, a fim de crescer. É a quantidade de risco que uma organização está disposta a aceitar para atingir seu objetivo de negócios. Algumas organizações podem estar dispostas a assumir um risco elevado se a recompensa

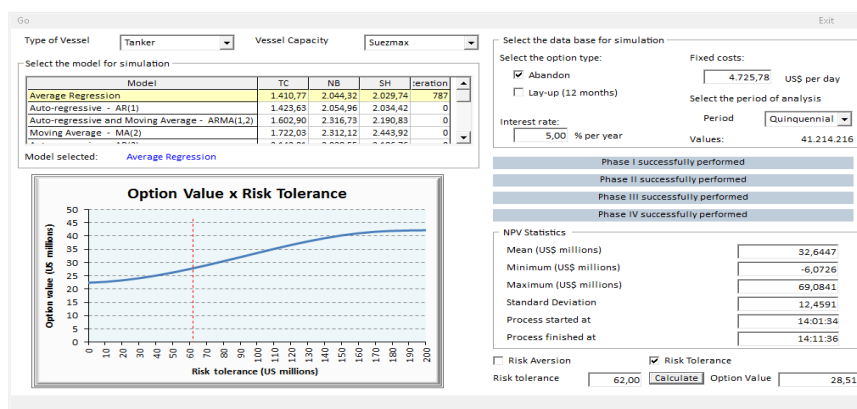


Figura 9 – Valor da opção de abandono (reversão para a média)



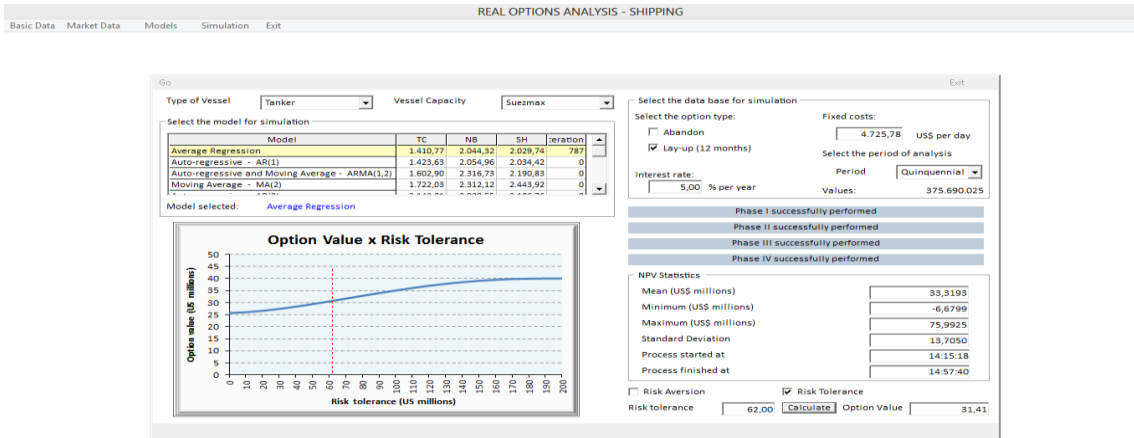


Figura 10 – Valor da opção de lay-up (reversão para a média)

é alta, enquanto que outras podem querer manter uma postura mais segura e conservadora. Se a organização está disposta a assumir um risco, você diria que sua aversão ao risco é baixa, e se a organização atua de forma conservadora, ela tem uma baixa aversão ao risco. É costume no mercado de capitais classificarem a aversão ao risco de 0% a 100%. Ou seja, uma organização extremamente agressiva em seus investimentos tem uma aversão ao risco próxima de 0%, enquanto para outra extremamente conservadora próximo de 100%. As Figuras 9 e 10 procuram quantificar estes dois conceitos.

Observe que foi escolhido o modelo de reversão para a média, na opção de abandono com estudo desta hipótese a cada 5 anos. O sistema gerou uma curva do valor da opção em função da tolerância ao risco. Ou seja, a cada 5 anos para cada caminho da simulação, inicialmente com 787 iterações, é realizada as projeções de taxas de time charter e preços de navios novos e usados, calculando-se então o VPL de cada um. Em função do VPL é calculado o valor da utilidade utilizando-se a utilidade exponencial, e então o equivalente certo. Se este for negativo é feito o abandono do projeto e recalculado o VPL nesta data com a venda do navio.

Os gráficos das Figuras 9 e 10 permitem que em função da tolerância ao risco do investidor, que seja estimado o valor da opção, neste caso de abandono do projeto. No exemplo da opção de abandono, para uma tolerância ao risco de US\$ 62 milhões, o valor esperado da opção será de aproximadamente US\$ 28,51 milhões, enquanto que para a opção de lay-up passa para US\$ 31,41 milhões.

A Figura 11 apresenta a distribuição do VPL para diversas tolerâncias ao risco.

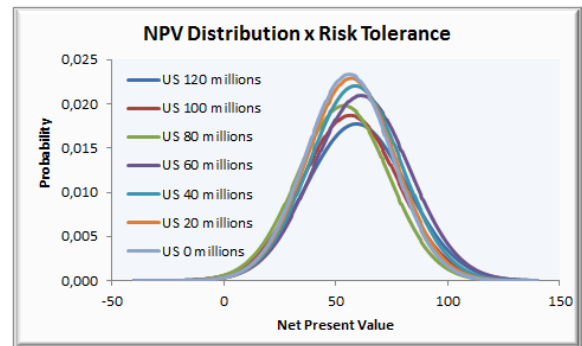


Figura 11 – Valor do VPL x Tolerância ao risco

A Tabela 1 apresenta o valor esperado médio e seu desvio padrão para cada limite de tolerância ao risco, mostrando a estabilidade do processo.

Tabela 1 – Estatística de Valor do VPL

	Tolerância ao Risco (US milhões)						
	0	20	40	60	80	100	120
Média	55,08	55,96	57,75	60,23	63,16	66,27	69,28
Desvio padrão	22,85	23,39	23,96	24,55	25,15	25,73	26,29
Valor da opção	22,43	23,31	25,10	27,58	30,51	33,63	36,64

#### 4 - Conclusão

Este trabalho apresentou a análise de viabilidade de operação de um navio petroleiro da classe Suezmax, onde a introdução das teorias de opções reais e utilidade conferiram flexibilidade ao processo decisório, permitindo ao investidor em contraponto a análise tradicional do VPL, analisar várias alternativas na decisão de manter a operação do navio ou vender caso esta opção seja mais vantajosa.

Uma grande vantagem da aplicação da ferramenta quantitativa apresentada nesse trabalho é que uma decisão de priorização de se manter ou não no projeto, não é apresentada de forma intuitiva em uma solução fechada, mas se encontra amparada em uma modelagem matemática robusta e transparente que apresenta um encadeamento lógico e racional de premissas e preferências por parte do decisor a respeito de cada um dos atributos considerados durante o processo.

Para tanto, foi desenvolvido um aplicativo que permite que não especialistas nestas teorias possam facilmente fazer a análise da viabilidade do projeto, sendo que todos os resultados são apresentados de forma gráfica, o que facilita o entendimento do processo e fornece flexibilidade de decisão ao gestor.

O aplicativo desenvolvido confere ao processo decisórios múltiplas alternativas de análise permitindo:

- Análise das séries temporais com base a vários modelos estatísticos;
- Alteração da taxa de desconto dos fluxos de caixa, permitindo a análise de vários cenários;
- Corte da análise em vários períodos de tempo pré-definidos (6 meses, 12 meses, etc.);
- O sistema poderá ser aplicado a qualquer momento, e não somente na compra da embarcação, ou seja, sendo conhecidos novos valores das séries, o usuário poderá rodar uma nova simulação, e com o resultado obtido, tomar uma decisão em função deste novo cenário de valores.

A operação é fácil e intuitiva, operando em qualquer computador com qualquer sistema operacional Windows, utilizando como suporte o Excel e Access, aplicativos estes contidos no pacote Office da Microsoft, disponível em quase a totalidade dos computadores.

A aplicação apresenta como resultado final o gráfico do valor da opção, onde o usuário poderá em função de sua expectativa de valor esperado de VPL, ou de sua aversão ao risco, ter uma ideia de quanto sua decisão agrega ou não valor ao seu negócio.

#### 4 - Referências Bibliográficas

BLACK, F.; SCHOLES M. *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*; Journal of Political Economy; May – June 1973; Vol. 81; p. 637 – 654.

COZZOLINO, John M. *Controlling risk in capital budgeting: a practical use of utility theory for measurement and control of petroleum exploration risk*. The Engineering Economist, v. 25, n. 3, p. 161-86,1980.

DIAS, M. A. G. *Opções Reais Híbridas com Aplicações em Petróleo*. Tese de Doutorado; PUC – Rio de Janeiro, RJ; Janeiro 2005.

Dixit, A.; Pindyck, R. *Investment under Uncertainty*. Princeton University Press. Cap 4.

FLANAGAN, R. *Managing risk for an uncertain future – a project management perspective*. Journal of Applied Corporate Finance, vol 22, no 6, 2010.

HAMMOND III, J. S. *Simplifying the choice between uncertain prospects where preference is nonlinear*. Management Science, v. 20, n. 7, p. 1047-72, Mar. 1974.

KULATILAKA, N., TRIGEORGIS, L. *The General Flexibility to Switch: Real Options Revisited*. International Journal of Finance 6, no. 2, 1994. 13p.

MAITAL, S. *Economia para executivos*. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

MYERS, S., MAID, S. *Abandonment Value and Project Life, Advances in Futures and Options Research*, Vol.4, pp: 1-21, 1990.

NEPOMUCENO, F., SUSLICK, S. B. *Uso da teoria da preferência em projetos de exploração de petróleo*. XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, v. 7, p. 136-40. Salvador: set. 1996.

PRATT, J. W. *Risk aversion in the small and in the large*. Econometrica, v. 32, n. 1, p. 122-36, Jan. 1964.

VON NEUMANN, J., MORGENSTERN, O. *Theory of games and economic behavior*. 3. ed. Princeton: Princeton University Press, 1953.

WALLS, M. R., DYER, J. S. *Risky propensity and firm performance: a study of the petroleum exploration industry*. Colorado: Colorado School of Mines, 1992. (Working Paper Series n. 92-9)