

A teoria das opções reais: uma aplicação a projetos de investimento em inovação tecnológica considerando-se o valor da flexibilidade gerencial

Michele Bezerra Saito

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

José Lamartine Távora Júnior

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Marcos Roberto Gois de Oliveira

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

RESUMO

Muitas empresas sentem-se forçadas a buscar uma rápida adaptação às mudanças, num ambiente de incerteza e competição acirrada, procurando investir de maneira que proporcionem seu crescimento. E para os investidores, incorporar as flexibilidades é uma forma de permitir que o risco e a incerteza, presentes em investimentos de inovação tecnológica, tornem-se uma oportunidade estratégica a serem exploradas. O presente estudo mostra que a Teoria das Opções Reais é utilizada como método de precificação, por incluir em sua metodologia incertezas e flexibilidades gerenciais, dando ao projeto outra possibilidade, caso pela avaliação tradicional o VPL não seja o desejado. Para empregar a referida teoria, este trabalho analisa a opção de postergar o projeto, cujos valores foram obtidos hipoteticamente. De forma que se possa analisar como a TOR agrega valor, levando em consideração as alterações peculiares do mercado.

Palavras-Chave: Inovação Tecnológica; Opções Reais; Flexibilidade Gerencial.

1. INTRODUÇÃO

No atual ambiente globalizado, caracterizado por mudanças constantes, as empresas têm enfrentado momentos de intensa competitividade, impondo as mesmas a necessidade de se adaptar e de desenvolver medidas que a façam competir de forma efetiva. E a inovação tecnológica é uma dessas medidas que fazem com que as empresas aprimorem continuamente suas vantagens competitivas.

A incerteza presente nos projetos de inovação tecnológica é um dos motivos que tem feito com que as empresas busquem cada vez mais aperfeiçoar-se nos métodos de análise, tentando encontrar metodologias mais adequadas para lidar com a incerteza existente neste tipo de investimento.

A TOR – Teoria das Opções Reais vem ocupando cada vez mais espaço, devido seu grande diferencial, que é considerar a flexibilidade gerencial. Segundo COPELAND (2003, pag. 5), “Uma opção é o direito, mas não a obrigação, de tomar uma ação (Ex. adiar, expandir, contratar ou abandonar) a um custo predeterminado chamado preço de exercício, durante um determinado período de tempo”.

A flexibilidade gerencial proporciona à empresa verificar o melhor momento de investir, de forma que ela possa maximizar os lucros e minimizar as perdas, o que nos dias atuais é de suma importância para as empresas que desejam investir em inovação tecnológica. Conforme MINARDI (2004 pgs. 21 e 22), “A flexibilidade gerencial é uma possibilidade,

mas não uma obrigação de alterar um projeto em diferentes etapas de sua vida útil operacional.

A Inovação tecnológica tem uma importância estratégica para empresas, pois é através dela que as empresas conseguem potencializar os diferenciais competitivos que vão garantir sua sobrevivência no médio prazo. A inovação resulta de uma exploração comercial do conhecimento no mercado. “Os benefícios econômicos da invenção surgem a partir da inovação” (BETZ, 1998, p. 4).

Contudo, independente de seu significado, as empresas têm que ter em mente que a inovação tem que ser algo cada vez mais presente em seu dia-a-dia, pois é através da inovação que a empresa consegue se diferenciar de seus concorrentes. Assim, através da inovação as empresas teriam a oportunidade de acessar novos mercados, de conseguir novas parcerias, de adquirir novos conhecimentos e, principalmente, a oportunidade de aumentar seus lucros.

Porém, o grande problema enfrentado pelas empresas é como se manter no mercado de forma competitiva, se na maioria das vezes, as empresas não dispõem de recursos suficientes para investir em inovação, que é um processo caro e de grande risco. Ou se possui algum recurso, muitas vezes a empresa o utiliza no momento inadequado, sem ao menos ter sido feita uma análise para saber se naquele momento é viável investir ou não.

O objetivo deste trabalho é apresentar a importância dos projetos de Inovação Tecnológica para empresas que desejam obter vantagem competitiva, como também avaliar se o projeto deve ser posto em prática, de forma que propicie ao investidor verificar se o momento é adequado para aquele tipo de investimento, permitindo minimizar suas perdas, caso o mercado não se encontre favorável. Para isso, será feita uma aplicação da TOR em um projeto de Inovação tecnológica, onde os dados utilizados são hipotéticos, com o intuito de verificar se o investimento trará benefícios futuros para a empresa.

A metodologia escolhida para avaliar o projeto de investimento em estudo é o modelo de opções reais, por considerar a presença de incertezas e flexibilidades gerenciais, e por permitir aos gestores do projeto a tomada de decisão com base em informações mais completas. Esta metodologia calcula os riscos do projeto e permite mudanças de decisões ao longo da vida do projeto que fazem com que também haja uma mudança em sua rentabilidade.

2. AVALIAÇÃO PELO MÉTODO TRADICIONAL (FCD)

A análise de investimentos em inovação tecnológica permite que se avaliem as vantagens e os impactos do projeto para a empresa. Verificando através da análise, qual projeto se deve investir, qual parte do orçamento deve ser destinada ao investimento, e para isso pode-se contar com diversas abordagens, no entanto é importante utilizar a ferramenta mais adequada para cada projeto específico.

O Fluxo de Caixa Descontado é um método de análise muito utilizado pelos analistas financeiros para estimarem o valor de uma empresa. O FCD determina o valor futuro estimado para os fluxos de caixa, descontando-os do custo de capital apropriado. Os principais representantes do FCD é o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

O Valor Presente Líquido (VPL), leva em consideração o valor do dinheiro no tempo – processo que calcula o valor do ativo no passado, presente e futuro - e é considerada uma técnica bastante sofisticada. O VPL é obtido subtraindo-se o investimento inicial de um projeto (FC₀) do valor presente de suas entradas de caixa (FC_t), descontadas a uma taxa igual ao custo de oportunidade da empresa (k), GITMAN (2004).

Fórmula básica do VPL:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - FC_0 \quad (1)$$

Quando $VPL > 0$, significa que o investimento é viável, ou seja, o investimento será recuperado e remunerado de forma completa com a taxa requerida (k). Esta taxa requerida é a taxa mínima de juro exigida para aceitar um projeto.

A TIR também é considerada uma técnica bastante utilizada. No entanto seu cálculo manual envolve uma técnica de tentativa e erro, o que a torna bem mais complicada do que o cálculo do VPL. A TIR na realidade representa o valor do custo de capital (k), que iguala o VPL a zero, tornando-se assim uma taxa que remunera o valor que é investido no projeto. Segundo GITMAN (2004), a TIR nada mais é do que o valor de k na equação do VPL (mostrado acima), que faz com que ele se iguale a zero.

Fórmula básica da TIR:

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} - FC_0 \quad (2)$$

Os Critérios de decisão utilizados pela TIR são:

Se a $TIR > \text{Custo de capital } (k)$, deve-se aceitar o projeto.

O método FCD tem uma grande desvantagem quando se trata de projeto de investimento, ele leva em consideração apenas a possibilidade de se realizar ou não um investimento. Ou seja, ele sequer tem a opção de se não for o momento adequado deixar aquele investimento para outra oportunidade. O método baseado no FCD trabalha sem flexibilidade gerencial.

Em 1959 foi feito um levantamento junto com 100 grandes empresas americanas, e naquele momento apenas 19% delas utilizavam o VPL, porém em 1970, este percentual havia aumentado para 57% o que mostra que mais da metade das grandes empresas utilizava o novo método, e que este aumento não parou por aí, tanto que em 1978 foi verificado um aumento de 86% das empresas que aplicavam o método (KLAMER, 1972 Apud COPELAND; ANTIKAROV, 2001). No entanto, o VPL não considera os riscos e incertezas envolvidos em projetos de inovação tecnológica e não leva em conta a flexibilidade do valor.

Segundo DIXIT & PINDYCK (1994), as grandes mudanças ocorridas no cenário econômico, onde a incerteza impera em quase todos os mercados, tem feito com que as técnicas tradicionais não sejam suficientes para captar determinadas características dos projetos de investimentos, o que muitas vezes conduzem a erros graves.

3. A TEORIA DAS OPÇÕES REAIS

Opções Reais é um modelo de precificação de projetos, que pode ser utilizada para analisar decisões de investimento, ou seja, é a flexibilidade que um gerente tem para tomar decisões a respeito de ativos reais. No entanto, o grande diferencial da TOR é que ela valoriza a flexibilidade para reagir a eventos incertos, ou seja, ela preenche a lacuna deixada pelo fluxo de caixa descontado, o que não acontece com o VPL, servindo, portanto para avaliar ativos reais (projetos de investimento). O ponto central de análise da TOR é a valoração do resultado líquido do projeto, considerando as incertezas.

Uma das primeiras aplicações surgiu na área de investimentos em recursos naturais, analisando a opção de parada ou abandono de uma mina (BRENNAN & SCHUWARTZ, 1985). Logo em seguida PADDOCK, SIEGEL & SMITH (1988), utilizaram a teoria das opções reais para avaliar o timing do desenvolvimento de um investimento, demonstrando empiricamente que a avaliação através da TOR, levaria a resultados melhores do que pelo método VPL. No Brasil da mesma maneira, a utilização tem sido feita em vários setores, como mostra DIAS (2005) que usou a TOR para avaliar investimentos sob condições de incerteza na exploração e produção do petróleo. Em 2005, ele fez uma combinação da TOR com a teoria dos jogos e com algoritmos genéticos, expandindo mais ainda a utilização deste método. Outro setor avaliado foi o Setor Elétrico. Em 2000, Castro analisou através da TOR, a flexibilidade de uma usina termoeletrica, já em 2002, Gomes utilizou o método para verificar o melhor momento de se investir em termoeletricidade no Brasil.

O VPL é considerado como ponto de partida para análise de opções reais. Onde não é levada em consideração a flexibilidade gerencial na tomada de decisão. No entanto, ambas as metodologias levam em consideração todos os fluxos de caixa ao longo de vida de um projeto, sendo considerados como abordagens de fluxo de caixa descontado (MINARDI, 2004).

Apesar dessa falha no VPL de ignorar as flexibilidades gerenciais, o VPL ainda é bastante utilizado em projetos onde a incerteza é pequena. No entanto, a medida que se trabalha com cenários de grande incerteza e flexibilidades significativas, deve-se reformular o VPL, para que seja possível capturar o valor dessas flexibilidades. Como mostra (TRIGEORGES, 1997 apud MINARDI, 2004).

$$VPL_{EXPANDIDO} = VPL_{TRADICIONAL} + VALOR_{FLEX.GERENCIAL} \quad (3)$$

DIXIT & PINDYCK (1994), questionaram bastante a utilização dos métodos tradicionais de análise investimentos. Para eles esses métodos podem induzir a decisões equivocadas de investimento, pelo fato de ignorar duas características fundamentais para decisão de investir, que são a irreversibilidade do investimento e a possibilidade de adiamento.

Como já visto anteriormente, um projeto para ser aceito através da análise do VPL, tem que ser positivo ($VPL > 0$), já para ser aceito através da TOR o projeto tem que ser lucrativo o suficiente. E ao que se refere à possibilidade de adiamento do investimento, é um aspecto que não pode ser desconsiderado.

Baseado no que foi visto, quando se avalia um projeto através da TOR, ao contrário do que parece, não significa que a análise do VPL está sendo abandonada, até porque a opção real inicia-se a partir do VPL, ou seja, a TOR complementa a análise do VPL. Segundo COPELAND & ANTIKAROV (2003), Onde pelo método tradicional, ignora-se a irreversibilidade do investimento, devido à incerteza que é pequena. E nas Opções Reais, trabalha-se com cenários grandes de incertezas e com flexibilidades significativas, tendo como finalidade a lucratividade.

O grande problema do método tradicional é que ele não consegue captar com precisão o valor econômico do investimento em um ambiente de incerteza e de rápidas mudanças. Enquanto que a opção real, ela capta o valor da flexibilidade gerencial de se adaptar as decisões, em resposta as mudanças inesperadas no mercado. O método de opção real representa o que há de mais novo para a avaliação e gestão de investimentos estratégicos.

A TOR se aplica em projetos de investimento, permitindo melhorar a tomada de decisão em condições de incerteza, como também verificar se o projeto está sendo gerido de maneira ótima.

DIXIT & PINDYCK (1994), definem opção real como a flexibilidade que um gestor possui para tomar decisões de investimento. Pois à medida que novas informações surgem, os mercados vão sendo modificados e conseqüentemente as incertezas sobre o fluxo de caixa diminuem. Este acontecimento faz com que os gestores tenham condições de tomar decisões que possam influenciar positivamente o valor final de um projeto.

A Flexibilidade gerencial foi o ponto forte para que a TOR se tornasse uma ferramenta importante, pois como já foi dito anteriormente, a flexibilidade possibilita ao gestor rever a estratégia inicial tendo condições de alterar o plano de investimento, de forma que as perdas sejam minimizadas e os retornos esperados maximizados.

As opções reais são classificadas pelo tipo de flexibilidade que elas oferecem. Para se ter idéia existe vários tipos como: opção expansão, de concessão, opções compostas, opção arco-íris, de abandono, de postergar, de trocar e de combinar.

4. METODOLOGIA

No que se refere à aplicação da Teoria das Opções Reais, o modelo escolhido foi o Modelo Binomial de precificação, que é um modelo matemático muito mais simples, bastante útil e de fácil entendimento.

Os dados utilizados são hipotéticos, partindo do pressuposto de uma empresa que deseja investir em inovação tecnológica, onde em cada caso será analisado a metodologia utilizada, para se verificar em qual momento será melhor investir, de forma que não se perca com este investimento.

As etapas utilizadas nesta metodologia foram baseadas em COPELAND & ANTIKAROV (2001), como também LEITE F. (2009) a saber

- Determinação do Valor Presente Líquido do projeto de investimento;
- Modelagem das incertezas através da Simulação Monte Carlo;
- Obtenção da volatilidade através da regra E-V Markowitz;
- Aplicação do Modelo de Precificação Binomial e Construção da Árvore Binomial;
- Análise das Opções Reais.

4.1. DETERMINAÇÃO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO DO PROJETO DE INVESTIMENTO

O primeiro passo consiste na estimação do Valor Presente Líquido (VPL) do projeto, onde este VPL será calculado, sem flexibilidade, através da metodologia tradicional do fluxo de caixa, de determinada empresa que investe em tecnologia. Nesta etapa o objetivo principal será calcular o valor presente sem flexibilidade em $t = 0$.

4.2. MODELAGEM DAS INCERTEZAS ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO MONTE CARLO

Será simulado o projeto de uma empresa que investe em inovação tecnológica, e por trabalhar com um ramo do mercado onde a incerteza está presente diariamente, serão assumidas quatro variáveis de incertezas: receita, custo, investimento e taxa mínima de atratividade. A combinação dessas incertezas serão os dados de entrada para obtenção da distribuição de probabilidade do retorno. Tendo-se, portanto:

$$r = Fd(t); c = Fd(t); i = Fd(t); tma = Fd(t)$$

Onde respectivamente, r, c, i e tma são a receita, o custo, o investimento e a taxa mínima de atratividade, que serão combinados em um único modelo de cálculo de VP, através da Simulação Monte Carlo (SMC).

Para fazer esta simulação será utilizado o programa computacional Crystal Ball de análise de risco que calcula automaticamente milhares de casos, mantendo a entrada de dados e os resultados de cálculos como cenários individuais. A análise desses cenários revela a escala de resultados possíveis, sua probabilidade de ocorrer, verificando qual entrada tem um efeito maior em seu modelo e onde os esforços devem ser focados.

Com a SMC, para cada ano (t1, t2, t3..., tn) serão gerados vários cenários como: otimista, mais provável e pessimista, gerando assim uma estimativa do valor presente deste projeto, como visto no referencial teórico. Este cálculo será repetido 10 mil vezes, de forma que seja obtida uma estimativa adequada.

4.3. OBTENÇÃO DA VOLATILIDADE ATRAVÉS DA REGRA E-V MARKOWITZ

A volatilidade é a medida da taxa de variação de um ativo durante um determinado período, ou seja, significa o quanto aquele ativo variou e qual a expectativa da amplitude da variação futura, sendo, portanto a volatilidade considerada como a medida de incerteza. A volatilidade do projeto é obtida através da abordagem consolidada da incerteza, onde todas as incertezas consideradas sobre o valor do ativo são combinadas numa única incerteza: a variação percentual do VP do projeto ao longo do tempo, ou seja, o retorno do projeto, que será obtido através da variância ou do desvio-padrão. Tendo-se:

$$\sigma^2(VPL) = \sum_{i=1}^n \rho_i VPL_i^2 \cdot \left(\sum_{i=1}^n \rho_i VPL_i \right)^2 \quad e \quad \sigma(VPL) = \sqrt{\sigma^2(VPL)} \quad (4)$$

Onde:

$\sigma^2(VPL)$ = Variância do retorno; $\sigma(VPL)$ = Desvio-padrão; P_i = Probabilidade do retorno.

A volatilidade segundo LEITE (2009) obtém-se dividindo o desvio-padrão pela média do VPLPROBABILÍSTICO, onde ambos são obtidos através da simulação. Como equação abaixo:

$$V = \frac{\sigma_{VPL \text{ PROBABILÍSTICO}}}{\mu_{VPL \text{ PROBABILÍSTICO}}} \quad (5)$$

Onde:

σ = Desvio padrão dos valores do VPLPROBABILÍSTICO

μ = Média dos valores do VPLPROBABILÍSTICO

4.4. UTILIZAÇÃO DO MODELO DE PRECIFICAÇÃO DA ÁRVORE BINOMIAL E CONSTRUÇÃO DA ÁRVORE BINOMIAL

Nesta etapa, será utilizado o Modelo Binomial proposto por COX, ROSS E RUBINSTEIN (1979), que avaliou a volatilidade do valor presente do investimento. Sendo o valor do projeto determinado através dos movimentos ascendentes e descendentes, representados por u e d, e pelas suas probabilidades p e (1-p). De acordo com HULL (2002), é

indicado que quando utilizamos o modelo binomial na prática, seja utilizado mais de 30 passos para que se obtenha uma boa estimativa.

Desta forma serão utilizadas as equações do modelo binomial:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (6)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} = 1/u \quad (7)$$

$$p = (e^{r\Delta t} - d)/(u - d) \quad (8)$$

Após o cálculo da volatilidade será modelada a árvore binomial. Segundo MINARDI (2004), “Quanto maior o número de períodos do modelo binomial e menor o intervalo de tempo do período, maior será a exatidão de sua solução”.

O cálculo remissivo do valor da opção será feito calculando-se primeiro o valor da opção no último período, em seguida, continuará com o cálculo remissivo da opção para todos os períodos que o precedem, de forma que se obtenha o valor da opção do primeiro período. A Figura 4.1 demonstra bem esse cálculo.

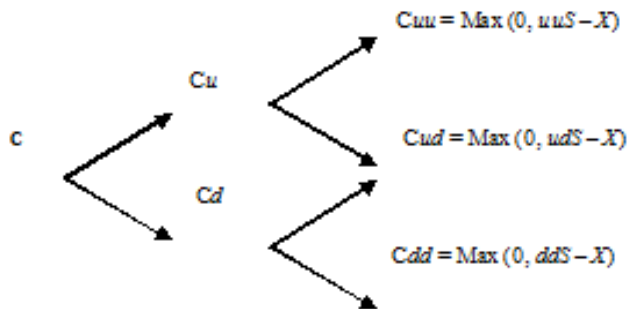


Figura 4.1: Cálculo da árvore binomial do valor da opção.

Fonte: MINARDI (2004)

4.5. ANÁLISE DAS OPÇÕES REAIS

Após calcular o VPL do projeto considerando as incertezas e flexibilidades, teremos o valor das opções reais. A diferença entre o valor presente expandido e o valor presente tradicional será o próprio valor das opções, como descrito na fórmula abaixo:

$$VPL_{EXPANDIDO} = VPL_{TRADICIONAL} + VALOR_{FLEX.GERENCIAL} \quad (9)$$

Esta última etapa tem por objetivo avaliar o projeto total. A teoria das opções reais incluirá o valor presente sem flexibilidade, mais o valor da opção (flexibilidade). Com grande incerteza e flexibilidade gerencial, o valor da opção será substancial.

Nesta metodologia, as principais características de um projeto de investimento são levadas em consideração, como a questão da irreversibilidade, deixando claro na maioria dos projetos esse valor inicial é quase ou totalmente irreversível. Outra característica importante são as incertezas que se fazem presentes em um projeto e por fim a questão da adaptação do projeto a situações inesperadas no mercado, permitindo que seu investimento seja prorrogado.

Por isso que esta metodologia é considerada tão importante, tornando-se uma ferramenta completa na análise de investimentos.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados foram obtidos através de situações hipotéticas, cujo intuito é demonstrar como a Teoria das Opções Reais (TOR) pode ser aplicada em diferentes cenários.

5.1. CÁLCULO DO VPL

Nesta etapa foi considerado um fluxo de caixa inicial, onde foi suposto outra que a empresa espera um fluxo de caixa com perspectivas de retorno esperado no valor de R\$ 20 milhões para os próximos anos. Porém, surge uma situação inesperada onde há uma previsão de crise para os primeiros 16 trimestres, ocorrendo uma saída da mesma apenas a partir do 17º trimestre. Neste caso, os custos tiveram certo aumento no terceiro e quarto ano, seguindo com apenas um pequeno decréscimo nos anos seguintes. Isto fez com que o retorno esperado ficasse na faixa de R\$ 5 milhões no período da crise e, após seu término, permanecesse no valor de R\$ 18 milhões. Ficando abaixo do que inicialmente a empresa estava esperando. O projeto em questão obteve um VPL menor que zero, portanto, nesta avaliação ele deve ser rejeitado, como mostra o Quadro 5.1 abaixo.

Quadro 5.1: Resultado do VPL Tradicional Esperado com crise econômica.

Resultado	
Investimento Inicial	R\$ 15 milhões
VPL Tradicional Esperado com crise	R\$ -67,98 milhões

Fonte: Elaboração Própria.

No entanto, a empresa baseada no VPL tradicional com perspectiva de crise, conforme mostrado no Quadro 5.1 acima, toma a decisão de postergar o investimento para após a saída da crise. Neste novo fluxo de caixa da opção de postergar o projeto, os investimentos só ocorreram a partir do terceiro ano no valor de R\$ 20 milhões, os custos seguiram nos anos seguintes aos investimentos na faixa de R\$ 5 milhões e o retorno esperado ficou em torno de R\$ 22 milhões. Ou seja, o retorno foi muito maior do que se esperava inicialmente com as projeções de fluxo de caixa antes da crise.

A melhor decisão tomada pelo investidor foi à opção de postergar o investimento, onde se obteve um VPL maior do que zero e o projeto neste determinado momento será aceito. Conforme Quadro 5.2 abaixo.

Quadro 5.2: Resultado do VPL Tradicional Esperado.

Resultado	
Investimento Inicial	R\$ 15 milhões
VPL Tradicional Esperado após saída da crise	R\$ 153,80 milhões

Fonte: Elaboração Própria.

5.2. SIMULAÇÃO

Para a Simulação foi levado em consideração apenas o VPL_{DETERMINÍSTICO} (R\$ 153,80) da opção de postergar o investimento após saída da crise. Onde, para a variável investimento,

foi adotado a mesma distribuição, que é a triangular, definindo-se, portanto, seus percentuais de crescimento mínimo, de máximo e o esperado. O limite de variação considerado foi: -10% a +20% do valor do investimento, conforme ilustra a Figura 5.1 abaixo.

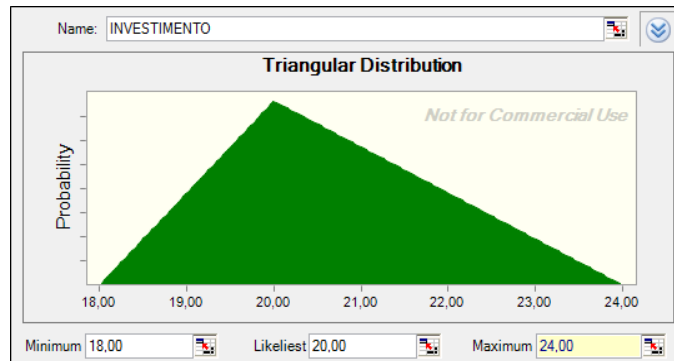


Figura 5.1: Modelagem da 1ª variável de entrada - Investimento.

Fonte: Elaboração Própria com o auxílio do *Crystal Ball*.

Da mesma forma, os custos receberam o mesmo tratamento utilizado para a primeira variável, atribuindo, portanto, os limites de variação de: -10% a +10% dos custos. A distribuição triangular também foi utilizada para a distribuição de probabilidade, obtendo saída parecida com a da figura 5.3 acima. A terceira variável considerou os limites de variação: -10% a +20% das receitas. E a última variável de entrada, a Taxa Mínima de Atratividade, o limite de variação ficou entre: -2,5% a +3,5% da TMA.

Geradas as 10.000 iterações e definidas as variáveis de saída, roda-se as simulações, obtendo-se o VPL médio, que é obtido através da Simulação Monte Carlo que foi de R\$ 162,05, acima do encontrado com o modelo determinístico R\$ 153,80. O Desvio Padrão encontrado foi de R\$ 13,13.

Outro aspecto analisado é que o menor VPL obtido nas simulações foi de R\$ 121,95 e o maior VPL foi de R\$ 203,83, como mostra a Figura 5.2, onde de acordo com o modelo estocástico desenvolvido, 100% dos valores do VPL encontram-se entre os valores máximos e mínimos.

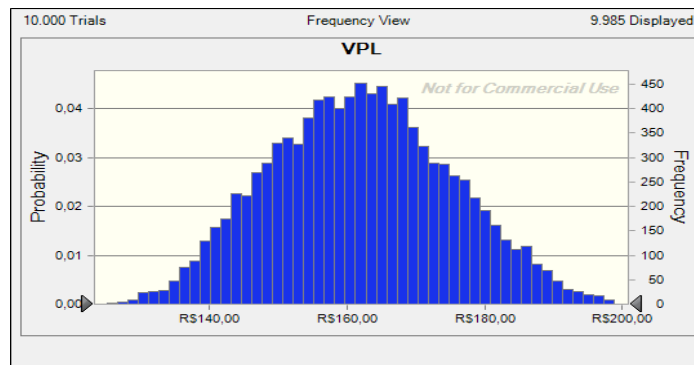


Figura 5.2: Distribuição de Probabilidade - Investimento.

Fonte: Elaboração Própria com o auxílio do *Crystal Ball*.

5.3. RESULTADO DA SMC

Conforme o Quadro 5.3, o $VPL_{\text{DETERMINÍSTICO}}$, obtido através do fluxo de caixa projetado, foi negativo assim como o $VPL_{\text{PROBABILÍSTICO}}$ obtido através da simulação. Neste caso inicialmente, conclui-se que o projeto deve ser rejeitado, pois de acordo com o critério de decisão, o VPL foi negativo e não deve ser aceito.

Quadro 5.3: Resultado da SMC – Num Primeiro momento onde existia a possibilidade de uma crise.

Resumo da SMC	
Investimento Inicial	15,00
$VPL_{\text{DETERMINÍSTICO}}$	-67,98
$VPL_{\text{PROBABILÍSTICO}}$	-66,44
Volatilidade	-0,11

Fonte:Elaboração Própria.

No entanto, com uma perspectiva de saída da crise, decide-se então postergar o investimento, onde através da SMC, concluiu-se que o $VPL_{\text{DETERMINÍSTICO}}$, foi menor que o $VPL_{\text{PROBABILÍSTICO}}$. Portanto, o projeto deve ser aceito, seguindo os critérios de avaliação do VPL.

Quadro 5.4: Resultado da SMC

Resumo da SMC	
Investimento Inicial	15.000.000,00
$VPL_{\text{DETERMINÍSTICO}}$	153,80
$VPL_{\text{PROBABILÍSTICO}}$	162,05
Volatilidade do VPL_p	0,08

Fonte:Elaboração Própria.

5.4. PRECIFICAÇÃO BINOMIAL E ÁRVORE DE EVENTOS

A árvore de eventos para a opção de postergar o investimento também foi calculada com 40 períodos. Neste projeto específico, foi levado em consideração a opção de postergar o investimento por 1 ano, podendo a mesma ser exercido a qualquer momento, esta é a chamada opção americana - a opção Européia só pode ser exercida no prazo previsto. Verificar Figura 5.3 abaixo.

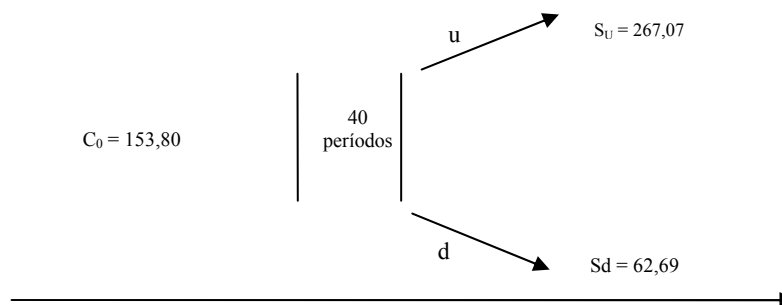


Figura 5.3: Árvore Binomial do $VPL_{\text{PROBABILÍSTICO}}$ em 40 períodos.

Fonte: Adaptado de LEITE (2009).

Onde,

$$u = 1,014352; d = 0,985851$$

A Figura 5.4, ilustra a árvore regressiva para o cálculo da opção de postergar o investimento.

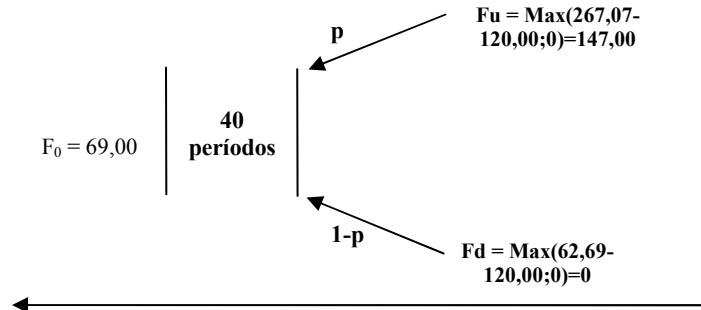


Figura 5.4: Cálculo Regressivo do Valor da Opção..

Fonte: Adaptado de LEITE (2009).

Onde,

$$p = 0,753625; 1-p = 0,246375$$

5.5. VALOR DA OPÇÃO

Através da análise das Opções Reais, verifica-se que o projeto com a opção de postergar após a saída da crise, ou seja, iniciando o investimento no 3º ano, adicionou ao VPL TRADICIONAL o valor de R\$ 69.000,00.

O cálculo do VPL EXPANDIDO segue descrito abaixo:

$$\text{VPL}_{\text{EXPANDIDO}} = \text{VPL}_{\text{TRADICIONAL}} + \text{VALOR}_{\text{FLEXIBILIDADE GERENCIAL}}$$

$$\text{VPL}_{\text{EXPANDIDO}} = 153.800,00 + 69.000,00$$

$$\text{VPL}_{\text{EXPANDIDO}} = 222.930,00$$

De acordo com a análise das Opções Reais, verifica-se que o projeto com a opção de postergar permite que o investidor, durante este tempo, analise as condições de mercado, obtendo melhores informações e analisando algumas incertezas, evitando assim, perdas maiores. Neste caso, quando o investidor numa primeira situação observou que o projeto naquele momento não era viável, a decisão de postergar e não de abandonar o projeto foi a melhor escolha, permitindo ao investidor obter lucros futuros. O $\text{VPL}_{\text{EXPANDIDO}} = \text{R\$}222.930,00$ demonstra que o projeto em questão é viável.

6. CONCLUSÕES

Na pesquisa executada, salientou-se a importância dos projetos de inovação tecnológica para empresas que desejam obter vantagem competitiva. Como também procurou analisar a questão da análise de investimentos de projetos que como o de inovação tecnológica, possui uma característica peculiar, que é a grande incerteza agregada. O que

justifica uma atenção especial ao tema proposto, por ser utilização da TOR capaz de capturar o valor proveniente da flexibilidade gerencial de um projeto.

É uma forma de verificar a continuidade do projeto, ou seja, se o projeto deve ser posto em prática, possibilitando ao investidor uma flexibilidade maior no que se refere à detecção de falhas, permitindo ao mesmo estabelecer medidas para evitar perdas maiores caso o investimento seja feito no momento em que o mercado não se encontre favorável. Para isso, utilizaram-se dados hipotéticos. Partindo-se em seguida para a avaliação que toma por base a TOR, onde foi levada em consideração a flexibilidade, ou seja, os riscos e as incertezas inerentes ao projeto. Para isso, contou-se com a ajuda do software de análise de risco o Crystal Ball.

Neste trabalho, foi analisado um caso clássico de Opções Reais: o de postergar o projeto onde se verificou que no primeiro momento supondo que o mercado estava em crise, aquele investimento traria prejuízo e ao invés de cancelar o projeto o investidor deveria esperar mais um pouco até que o mercado se estabilizasse novamente, o que permitiu ao investidor obter lucro.

Ao término do estudo do projeto de postergar o investimento, verificou-se que a TOR é uma ferramenta muito importante para as empresas, além de ser eficiente e capaz de trazer para o investidor uma oportunidade de se obter dados mais precisos a respeito do projeto do que os métodos determinísticos.

A Teoria das Opções Reais proporciona ao investidor um nível de informação, que o auxilia na detecção de possíveis falhas gerenciais, aumentando assim a probabilidade do investimento ser bem sucedido, trazendo assim benefícios futuros para a empresa.

6. REFERÊNCIAS

- AMRAM, M.; KULATILAKA, N.** Real Options: Managing Strategic Investment in Uncertainty World. Boston: Harvard Business School Press, 1999.
- BETZ, F.** Managing technological innovation: competitive advantage from change. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 1998.
- BRENNAN, M. J.; SCHWARTZ, E. S.** Evaluation natural resource investments. Journal of Business, 1985.
- COPELAND, T.; ANTIKAROV, A.** Opções Reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos. Tradução de Maria José Cyhlar. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- COPELAND, T.; ANTIKAROV, A.** Real Options: A Practitioner's Guide; Texere, New York, 2003.
- COX, J.; ROSS, S.; RUBINSTEIN, M.** Option Pricing: a simplified approach. Journal of Financial Economics, v.7, p.229-264, 1979.
- DIAS, M. A. G.** Opções reais híbridas com aplicação em petróleo. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Pontifícia Católica do Rio de Janeiro (PUC), Rio de Janeiro, 2005.
- DIXIT, A. K.; PINDYCK, R. S.** Investment under uncertainty. New Jersey: Princeton University Press, 1994
- GITMAN, L. J.** Princípios de administração financeira, 10 edição. Tradução técnica Antônio Zoratto Sanvicente. São Paulo: Addison Wesley, 2004.
- HULL, J. C.** Option, futures and other derivatives. 5 edição. Prentice Hall, 2002
- LEITE Fº., G. D. S.** Justificativa de investimentos em tecnologias avançadas de manufatura: um framework para avaliação da opção de esperar, sob a ótica das opções reais. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2008.
- MINARDI, A. M. A. F.** Teoria das Opções aplicada a projetos de investimento. São Paulo: Atlas, 2004.
- PADDOCK, J.; SIEGEL, D.; SMITH, J.** Option valuation on claims on physical assets: the case of offshore petroleum leases. Quarterly Journal of Economics, p.479-508, Aug. 1988.