

Métodos de avaliação de empreendimentos em tecnologia de informação e inovação: uma análise financeira em condições de incerteza

Evaluation methods of business ventures in information technology and innovation: a financial analysis under conditions of uncertainty

Charle Ulises De Montreuil Carmona

Doutor e Mestre em Engenharia de Produção, com ênfase em Finanças e Análise de Investimentos, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, e Graduado em Engenharia Industrial pela Universidade de Lima, Peru, Professor Associado do Departamento de Ciências Administrativas, do Programa de Pós-Graduação em Administração – PROPAD e do Mestrado Profissional em Gestão Pública – MGP da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.
Recife, PE [Brasil]
carmona@ufpe.br

Marcos Felipe Falcão Sobral

Doutor e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Especialista em Gestão da Capacidade Humana nas Organizações pela Universidade de Pernambuco – FCAP, Professor Adjunto no Departamento de Administração da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.
Recife, PE [Brasil]

Almir Silveira Menelau

Doutor em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Mestre em Economia Rural pela Universidade Federal de Viçosa – UFV, Graduado em Agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Professor no Departamento de Letras e Ciências Humanas da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.
Recife, PE [Brasil]

André Marques Cavalcanti Filho

Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Administração – PROPAD. Graduado em Sistemas de Informação pela Faculdade Integrada do Recife – FIR.
Recife, PE [Brasil]

Romilson Marques Cabral

Doutor em Administração pela Universidade Federal da Bahia – UFBA, Mestre em Administração e Comunicação Rural, Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Professor Adjunto IV pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Coordenador de Planejamento e Desenvolvimento Institucional da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.
Recife, PE [Brasil]

Resumo

Neste estudo, analisou-se a melhor forma de avaliar empreendimentos de tecnologia de informação e inovação, considerando que estes são realizados em ambientes de elevada incerteza financeira com resultados difíceis de projetar. Utilizou-se a teoria das opções reais, mais recomendada porque permite capturar as alternativas de flexibilidade do negócio e incorporar o impacto da volatilidade, cujos efeitos não podem ser mensurados pelos métodos de avaliação clássicos. Avaliaram-se as informações sobre a situação financeira das cinco principais empresas globais do setor mencionado, como representantes típicos da área de inovação que realizam projetos e empreendimentos em condições de alto risco negocial, cujo estudo, contudo, pode ser estendido a outros negócios. Analisou-se a evolução dos preços das ações, que definem o valor de mercado dessas empresas, utilizando a simulação de Monte Carlo, comparando com as trajetórias teóricas de preços e suas principais distorções. Finalmente, examinaram-se as principais alternativas flexíveis que favorecem a metodologia proposta e as principais limitações do trabalho.

Palavras-chave: Avaliação financeira de projetos. Inovação. Simulação Monte Carlo.

Abstract

This study analyzes the best way to evaluate business ventures in information technology and innovation, taking into account that they are undertaken in environments of high financial uncertainty in which results are difficult to predict. The generally recommended method is to use the theory of real options because it allows capturing business flexibility alternatives and simultaneously incorporating the impact of volatility, whose effects cannot be measured by the classical valuation methodologies. To achieve the objectives, the study evaluates the information on the financial situation of the five leading companies of the mentioned sector as typical representatives of the area of innovation that carry out projects and new ventures in conditions of high business risk, whose study, however, may be extended to other types of businesses. As a starting point, we analyze the evolution of stock prices, which define the market value of these companies, using a Monte Carlo simulation, comparing them to the theoretical trajectory of prices and their major distortions. Finally, we examine the main flexible alternatives that favor the proposed methodology as well as the main limitations of the study.

Key words: Innovation. Monte Carlo simulation. Financial evaluation of projects.

Facebook e Google. As menores delas, inclusive, sofreram um maior impacto da volatilidade do mercado, tal o caso de Idealab, e-Toys, Citysearch, GoTo.com, Eve, etc., algumas das quais fecharam suas atividades.

Dependendo do grau de alavancagem, parte importante do valor de um negócio reside na avaliação do capital próprio da empresa; no entanto, a estimação deste depende das condições do negócio perante o mercado, do grau de risco da empresa e da volatilidade do mercado secundário. Os resultados da Tabela 1 fornecem um potencial indicativo de uma nova proposta na estratégia de avaliação de projetos de inovação das referidas empresas.

2.1 Modelos de avaliação de negócios

De acordo com Kodukula e Papudesu (2006), em primeiro lugar, devem-se reconhecer todas as alternativas válidas para a viabilidade e sustentabilidade do empreendimento. No caso de o empreendimento dar certo, existe a

opção de prosseguir o negócio; caso contrário, pode-se optar por abandoná-lo (ou, em forma equivalente, significa vendê-lo por um valor de liquidação). É possível, inclusive, adiar ou retardar o início das atividades até uma época propícia para relançar o negócio. Finalmente, há a possibilidade de iniciar um programa piloto, estudando os prováveis resultados da iniciativa, para depois lançá-lo em grande escala, se as probabilidades de sucesso forem significativas. Estas alternativas se desenvolvem como consequência do eventual cenário de risco ou incerteza (SMIT; TRIGEORGIS, 2004).

De acordo com Copeland et al. (2002), pode-se classificar a adequação de diferentes técnicas de avaliação conforme a Tabela 2 que mostra a matriz de mapeamento.

De acordo com a Tabela 2, as alternativas válidas para o empreendimento aliadas à volatilidade do mercado irão definir a metodologia de avaliação a ser empregada. Como consta na tabela, um cenário de altas oscilações (flexibilidade e incerteza) recomenda a utilização das opções reais.

Tabela 1: Indicadores de mercado de empresas selecionadas

Valores médios (período 2013-2014)					
	Apple	Amazon	Microsoft	Facebook	Google
Valor de mercado M\$	626.042,35	136.610,00	372.247,23	208.874,61	336.919,58
P/L	13,74	162,12	16,75	71,13	19,08
LPA	6,43	-0,47	2,69	1,05	25,95
P/Valor patrimonial	5,61	13,21%	4,13	9,17	3,53
ROE	33,61%	-2,21%	24,88%	16,11%	14,18%
ROI	14,96%	0,17%	11,43%	15,87%	8,44%
BETA	1,25	1,65	0,69	0,74	1,15

Fonte: Dados da Economatica (2014).

Tabela 2: Matriz de mapeamento de técnicas

Incerteza (Probabilidade de recebimento de novas informações)	Alta	Valor de flexibilidade moderado • Análise de sensibilidade • Simulação de Monte Carlo	Valor de flexibilidade alto • Avaliação das opções reais
	Baixa	Valor de flexibilidade baixo • DCF tradicional	Valor de flexibilidade moderado • Análise por árvore de decisão
		Baixa	Alta
Flexibilidade (Capacidade de reagir)			

2.2 Método das opções reais: uma analogia entre opções financeiras e opções de investimento real

Sabe-se que uma opção de compra dá a seu comprador o direito, mas não a obrigação, de adquirir um título numa data futura a um preço especificado. Similarmente, um investimento de capital que hoje ofereça ao investidor o direito futuro, mas não a obrigação de realizar ganhos futuros representa uma opção real. Sabe-se que vários fatores influenciam o preço da opção; se, por exemplo, o valor da ação aumenta (ou o valor presente dos fluxos de caixa esperados) também aumentará o valor da opção de compra. De fato, as opções reais são análogas em várias formas às opções financeiras e pode-se fazer uma correspondência entre elas:

- Preço da ação: o valor presente de uma oportunidade de investimento.
- Preço de exercício: o valor presente dos gastos no momento do exercício para concretizar a oportunidade de investimento.
- Tempo até o vencimento: período durante o qual a oportunidade de investimento existe.
- Dividendos: valor perdido durante a espera pelo exercício da opção. Pode ser o custo no qual se incorreu para preservar a opção.
- Volatilidade: medida da variabilidade dos fluxos de caixa.
- Taxa livre de risco: rendimento de uma aplicação financeira livre de risco que tenha o mesmo vencimento que a opção real.

Em geral, a flexibilidade das opções reais pode ser classificada em cinco categorias mutuamente excludentes (HULL; WHITE, 2004):

- Opção de abandonar ou vender o projeto.
- Opção de adiar ou retardar um investimento.

- Opções de crescimento ou expansão, que permitem a uma empresa aumentar seus futuros negócios, como, por exemplo, o lançamento de iniciativas de inovação.
- Opção de contrair.
- Opções de mudar, classe mais genérica, que permitem a uma empresa mudar seus planos futuros. Para o tipo de projeto de Tecnologia de Informação e Inovação analisado, bastará examinar as três primeiras classificações.

2.2.1 Árvore de decisão para interromper ou abandonar o projeto

Como foi mencionado anteriormente, fora da decisão racional de continuar com o projeto quando estiver dando certo, pode-se analisar a decisão de deixar de lado o negócio. Este caso é similar a uma opção americana de venda de ações, Figura 1. O valor de liquidação pode ser visto como o preço de exercício da opção e, portanto, define o limite do valor mínimo.

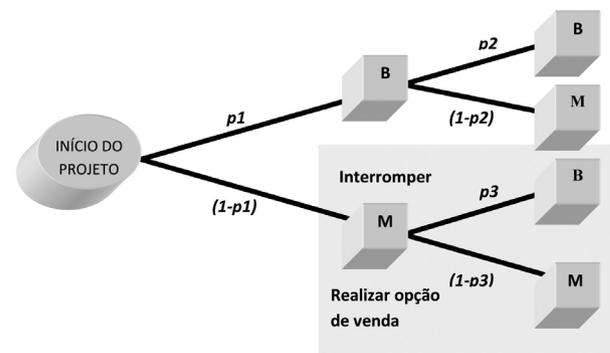


Figura 1: Árvore de decisão para interromper ou abandonar projeto

Onde: p - probabilidade de sucesso;
 $(1-p)$ - probabilidade de fracasso;
 B - bom resultado.

2.2.2 Árvore de decisão para continuar ou adiar o projeto

Este caso é similar a uma opção americana de compra de ações, Figura 2. O custo de iniciar um projeto é visto como o preço de exercício que de-

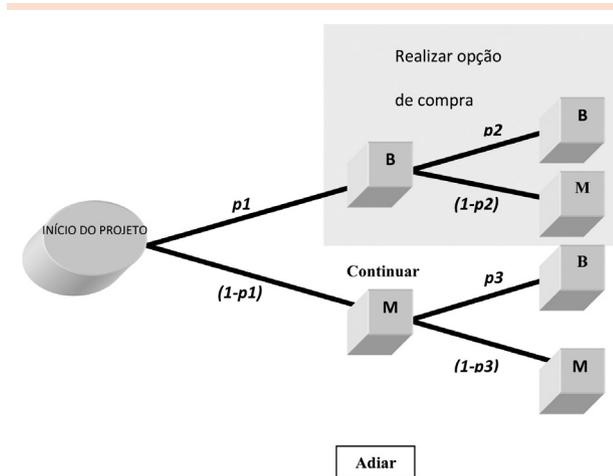


Figura 2: Árvore de decisão para encaminhar ou adiar o projeto
 Onde: p - probabilidade de sucesso;
 $(1-p)$ - probabilidade de fracasso;
 B- bom resultado.

verá ser superado, assim o proprietário do investimento poderá retardar a decisão tanto quanto for necessário (se for alto demais) ou, caso contrário, exercer a própria opção de compra que equivale à continuidade do empreendimento.

O esquema da proposta permite adiar o início de um projeto até encontrar as condições de estabilidade do ambiente de negócios de forma a permitir o aumento da probabilidade de obtenção de um bom resultado.

2.3 Exemplo de um programa piloto para projetos de inovação

Para compreender esta parte, utiliza-se um exemplo prático mostrado na Figura 3, supondo a realização de um investimento preliminar (programa piloto em projeto de inovação) prévio à realização do empreendimento em escala normal. Evidentemente, esse processo determinará diferentes probabilidades de sucesso ao longo do tempo. A probabilidade de sucesso do programa piloto apontará sucessivos e posteriores investimentos cujas diversas alternativas estabelecem níveis diferenciados de lucro (SMIT; TRIGEORGIS, 2004).

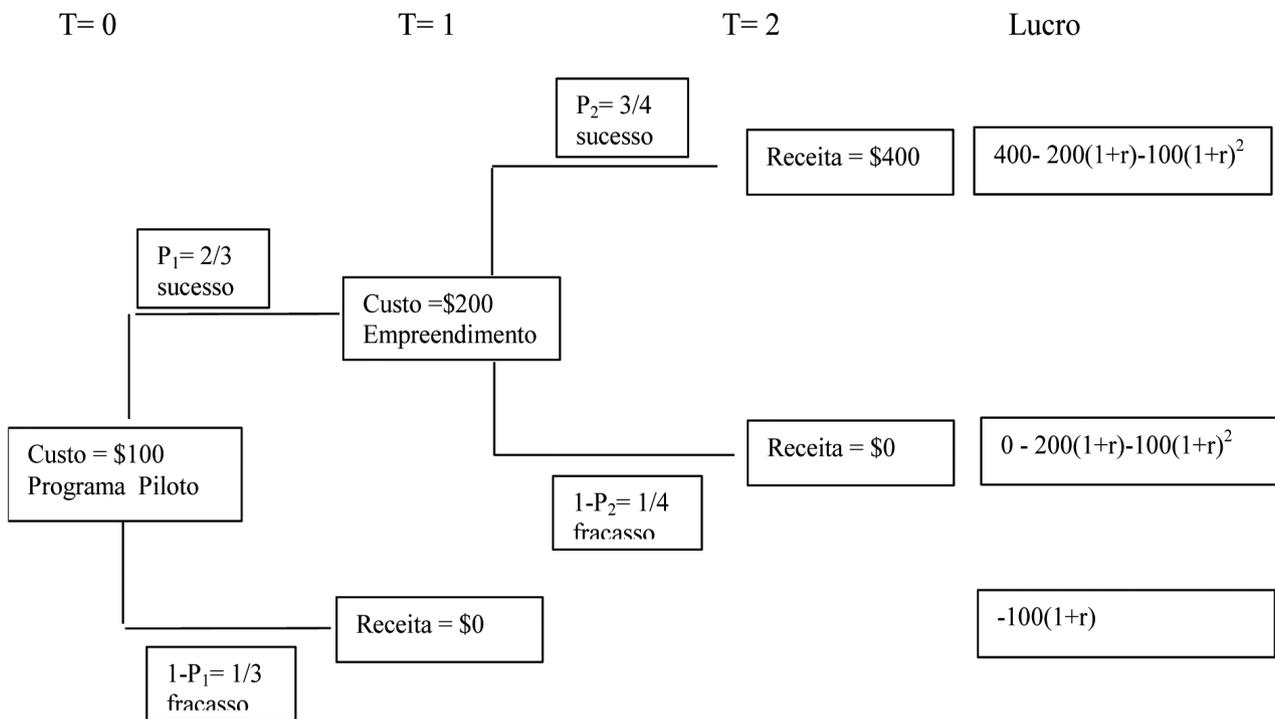


Figura 3: Exemplo prático de um programa piloto para projetos de inovação

No período $T=0$, apresenta-se um programa piloto, que mostra um custo inicial de \$100, com probabilidade de sucesso $p_1=2/3$, e probabilidade de fracasso $1-p_1=1/3$. Caso o projeto obtenha sucesso, no período $T=1$, o custo seria de \$200 para realizar o empreendimento, considerando-se uma probabilidade de sucesso $p_2=3/4$, e de fracasso de $1-p_2=1/4$. Uma receita de \$400 seria auferida no período $T=2$, se obtido sucesso, e uma receita de \$0, se ocorrer fracasso.

Resultado esperado do investimento: $(T=2) = 2/3 \times 3/4 \times [400 - 200(1+r) - 100(1+r)^2] + 2/3 \times 1/4 \times [-200(1+r) - 100(1+r)^2] + 1/3 \times [-100(1+r)]$

Para resolver essa equação, pode-se utilizar uma estimativa similar à taxa interna de retorno para $T=0$.

2.4 O custo de capital e as limitações da metodologia das opções reais

A abordagem das opções reais consegue modelar a flexibilidade do negócio de internet, utilizando uma metodologia similar à do VPL para determinar o custo de capital, isto é, incorpora parte das limitações deste método. Esse custo dos recursos precisa determinar um portfólio-espelho, que consiste em uma carteira de ativos altamente correlacionados com o projeto que se pretende avaliar (BREALEY; MYERS, 2013).

Isso pode ser resolvido montando-se uma carteira formada por títulos de risco similar ao da empresa em análise (de preferência n empresas do mesmo ramo). Desta forma, calcula-se o beta dessa carteira.

$$\beta_c = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \quad (1)$$

Em que β_i é o beta do ativo i ; e X_i o peso do ativo i na carteira c .

Esse beta determinará o custo de capital próprio do projeto (K_{cp}). Portanto, o custo médio ponderado de capital será determinado pela equação:

$$K = K_{cp} (CP/V) + K_d (1-T)(D/V) \quad (2)$$

Sendo K o custo de capital; o K_{cp} , o custo do capital próprio; o K_d , o custo marginal da dívida (taxa de juros paga sobre a dívida); o CP , o valor de mercado do capital próprio; e o V , o valor da firma, dado por $CP+D$. T é a alíquota de imposto de renda, que servirá de referência para determinar a viabilidade econômico-financeira do investimento de acordo com o custo de capital K especificado na equação (2).

2.5 Volatilidade do mercado e simulação de trajetória de preços das ações

Talvez uma das formas empíricas mais diretas para visualizar a volatilidade desses ativos, possa ser obtida simulando a trajetória teórica dos preços das ações por meio de um modelo que incorpore as séries históricas de preços (LUENBERGER, 2013).

Assim, assumindo que o preço da ação S_t siga um processo de Itô com equação diferencial estocástica:

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu_t dt + \sigma_t dz \quad (3)$$

em que μ e σ denotam, respectivamente, desvio ou tendência e a volatilidade do movimento browniano, respectivamente, e dz demonstra um processo de Wiener. E que num mundo neutro ao risco, $\ln S_t$ apresenta a seguinte distribuição de probabilidade:

$$\ln S_T \sim \phi \left[\ln S_0 + \left(r - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma \sqrt{T} \right] \tag{4}$$

O preço da ação num tempo futuro T será dado pela expressão conforme destacado em Boyle (1977) e Hull e White (2014) na seguinte equação (5):

$$S_T = S_0 e^{(R - (\sigma^2 / 2))T + \sigma \epsilon \sqrt{T}} \tag{5}$$

Em que e representa a distribuição exponencial; ϵ é um número aleatório que corresponde a uma variável com distribuição normal padrão com média zero e variância unitária; R , a taxa livre de risco; σ , a volatilidade dos retornos das ações; e S_T , o preço do ativo no tempo T. Como geradores de números aleatórios, utiliza-se a função `ran2` (PRESS et al., 2007), que é baseado no método de congruência linear, e, como gerador de números quase-aleatórios, usa-se uma sequência similar à de Sobol (1994), implementado no *software* Eviews, seguindo o trabalho de Gentle (1998). Esses algoritmos fornecem variáveis uniformes e para proceder a transformação em variável aleatória normal, aplica-se o algoritmo de Moro (1995).

3 Metodologia

Para a realização deste trabalho, foram analisados, inicialmente, dados referentes às empresas americanas Amazon, Apple, Facebook, Google e Microsoft cujas ações são negociadas na NASDAQ Exchange. Os dados coletados correspondem ao período de 1º de janeiro de 2013 a 30 de setembro de 2014.

Utilizou-se a simulação Monte Carlo como técnica para simular séries de preços das ações das empresas selecionadas. Desta maneira, baseados

na equação (3) anterior, foram realizados os seguintes procedimentos: 1) geraram-se diferentes séries de números aleatórios com a distribuição definida para a variável, determinou-se uma série correspondente à taxa de juros livre de risco a partir das letras do tesouro americano; 2) foi construída uma série histórica da volatilidade diária dos retornos, seguindo o método de médias móveis para cada 22 dias. A base de dados empregada neste trabalho é composta pelos preços de fechamento das ações ordinárias observados no mercado à vista da NASDAQ coletadas da base de dados da empresa Economatica. Assim, utilizaram-se as cotações diárias de fechamento das ações das empresas selecionadas como realização do processo estocástico dos preços (JORION, 2006).

4 Resultados

Na Figura 4, é apresentada a diferença existente entre as cotações de fechamento reais e a trajetória de preços simulada pela equação anterior, em que se verifica a formação de uma distorção entre os preços correntes e os preços simulados como consequência de um excesso de expectativa do mercado.

Dos gráficos mostrados na Figura 4, relativos aos preços correntes versus as simulações, se observa a volatilidade dos preços dos ativos das empresas, principalmente, da Amazon, da Apple e do Google, o que se reflete nos projetos dessas organizações. A simulação estabelece trajetórias de preços derivados dos parâmetros estatísticos que, quando comparados com os reais, identifica a existência de anormalidades ou bolhas nos preços. Quando se trata de empreendimentos de inovação essas informações são cruciais. Observou-se também a correspondência desses resultados com os betas dos ativos mostrados na Tabela 1, esse indicador captura o risco envolvido. Assim, as incertezas do mercado

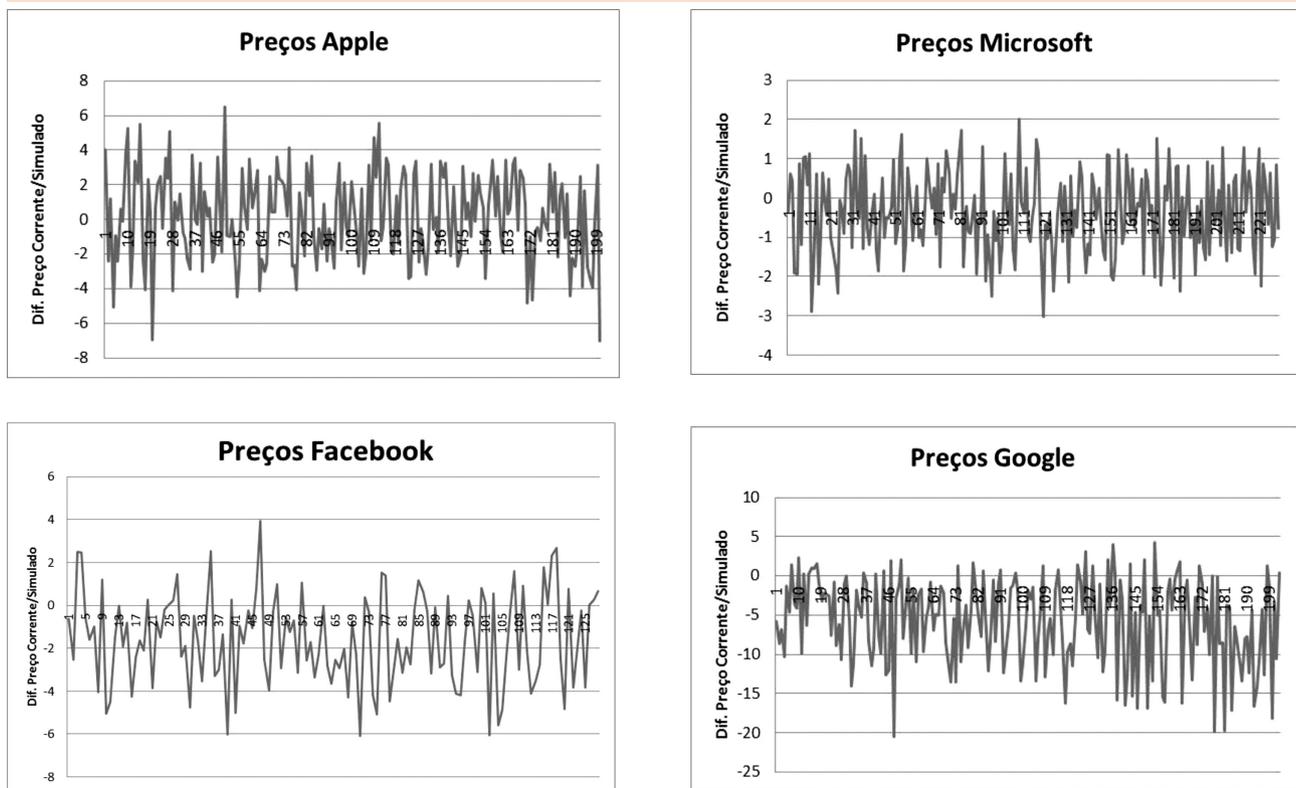


Figura 4: Preços correntes dos ativos versus Preços simulados pelo Monte Carlo

e, em geral, as do ambiente sistêmico dos negócios influenciam na escolha da metodologia apropriada para avaliação de empreendimentos em projetos de inovação, detalhadas neste artigo.

5 Conclusão

As evidências empíricas mostraram como um cenário de incerteza pode impactar fortemente o processo de avaliação de um negócio ou projeto de tecnologia de informação e inovação. Foram analisados preços de ativos financeiros das principais empresas globais do setor, os resultados mostraram a elevada volatilidade desses ativos, sugerindo a presença de risco ou incerteza nos projetos de investimentos das referidas organizações. Por esse motivo, verificou-se a necessidade de utilização de ferramentas de avaliação em condições incerteza e com a possibilidade da capturar as flexibilidades

desse setor. A teoria das opções reais tem mostrado ser um instrumento muito útil para avaliar iniciativas e empreendimentos em internet. Essa técnica pode ser usada para compreender os mecanismos de valoração, incorporando os fatores estratégicos (flexibilidade e alterações nas preferências dos consumidores), assim como os fatores de risco (mudanças nos preços, flutuação das taxas de juros, etc.) que afetam de forma dinâmica o ambiente em que se encontram as referidas instituições. Assim, as condições apresentadas nas quais os negócios operam não são de estabilidade plena, os métodos de avaliação têm de ser diferenciados, desta maneira, a incerteza poderá ser controlada dentro do processo de avaliação de projetos.

Referências

BOYLE, P. P. Options: a Monte Carlo approach. *Journal of Financial Economics*, n. 4, p. 323-338, 1977.

BREALEY, R. A.; MYERS, S. A. *Principles of corporate finance*. 11. ed. New York: McGraw-Hill, 2013.

COPELAND, T.; KOLLER, T.; MURRIN, J. Avaliação de empresas *Valuation*. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

DAMODARAN, A. *Avaliação de investimentos*. 2ª ed. São Paulo: Qualitymark, 2010.

GENTLE, J. E. *Random number generation and Monte Carlo methods*. New York: Springer-Verlag, 1998.

HULL, J. C.; WHITE, A. *Options, futures & others derivatives*. 9. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2014.

JORION, P. *Value at risk: the new benchmarking for managing financial risk*. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 2006.

KODUKULA, P.; PAPUDESU, C. *Project valuation using real options: a practitioner's guide*. 1. ed. USA: J. Ross Publishing, 2006.

LATIMORE, D. *Real options: another way to value internet initiatives*. *Financial Executive Journal*, Morristown: May/Jun., 2000.

LUENBERGER, D. G. *Investment science*. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2013.

MORO, B. The full monte. *Risk*, v. 8, n. 2, p. 57-58, fev. 1995.

PRESS, W. H. et al. *The art of scientific computing*. 3. ed. Cambridge, EUA: Cambridge University Press, 2007.

SMIT H. T.; TRIGEORGIS L. *Strategic investment: real options and games*. 1. ed. UK: Princeton University Press, 2004.

SOBOL, I. M. *A primer for the Monte Carlo method*. USA: CRC Press LLC, 1994.

Recebido em 27 dez. 2014 / aprovado em 25 mar. 2015

Para referenciar este texto

CARMONA, C. U. M. et al. Métodos de avaliação de empreendimentos em tecnologia de informação e inovação: uma análise financeira em condições de incerteza. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 133-141, 2015.

