

## 4

### Revisão bibliográfica

A literatura existente sobre planos de ESOs desenvolveu-se em particular a partir de meados da década de 1990 em paralelo com a popularização do uso de tais planos nas empresas norte-americanas. Os trabalhos acerca do tema subdividem-se em três grandes áreas: (i) apresentação de modelos de apreçamento, (ii) discussões teóricas avaliando a eficiência de ESOs como mecanismo de remuneração e (iii) estudos empíricos e econométricos. Como o presente trabalho propõe um modelo de apreçamento, será feita uma revisão da literatura dos principais modelos de apreçamento desenvolvidos até então.

A literatura acerca de modelos de apreçamento para ESOs divide-se em dois grupos: (i) modelos baseados em maximização da utilidade esperada e (ii) modelos baseados na maximização do *payoff* esperado. Os modelos baseados em maximização de utilidade esperada supõem uma forma explícita para a função utilidade dos indivíduos, item este extremamente controverso do ponto de vista prático. Adicionalmente, tais modelos em geral demandam maior número de parâmetros a serem estimados, o que torna sua utilização na prática muito difícil. Deste modo, os modelos do segundo grupo são os mais populares.

#### 4.1

##### Modelos baseados em maximização de utilidade esperada

Apesar de mais complexos, os modelos baseados em maximização da utilidade esperada possuem a vantagem de incorporar uma das características mais fortes de ESOs: a política de exercício sub-ótima dos indivíduos. Entre os precursores destes modelos está Kulatilaka e Marcus (1994), que mostraram que a tendência de exercício antecipado irá aumentar com o grau de aversão ao risco e com a parcela da renda aplicada nas ESOs (quanto menor a diversificação). Outro resultado importante do artigo foi a verificação da anomalia que pode ser gerada por essa política de exercício: o valor da ESO pode cair com o aumento da volatilidade. Apesar do valor de uma opção comum aumentar com a volatilidade,

para a ESO, o aumento deste parâmetro pode fazer com que investidores muito avessos ao risco exerçam ainda antes suas opções, reduzindo ainda mais seu valor. Este ponto é de extrema importância para investidores e para o FASB na avaliação de ESOs, pois mostra que a volatilidade e a vida esperada da opção não podem ser escolhidas de maneira independente. Taxas de exercício históricas são ruins para prever o futuro se a empresa espera que a volatilidade mude ou por motivos exógenos, ou por mudanças nas políticas de negócios. Os autores reconheceram que o modelo por eles proposto seria de difícil utilização na prática, mas sugeriram que as ESOs fossem analisadas em *pooling*, ou seja, no contexto de grupos de empregados com preferências similares, tal como é feito na avaliação de títulos lastreados no mercado hipotecário americano.

No ano seguinte, Rubinstein (1995) desenvolveu um modelo binomial e nele incorporou seis particularidades de ESOs: maturidade, carência, abandono, não comercialização, impostos, efeitos na estrutura de capital e efeitos no lucro operacional das empresas. Sua análise de sensibilidade mostrou que ESOs podem ser sub-avaliadas em até 36% ou super-avaliadas em até 25% dependendo de como os parâmetros forem estimados.

Posteriormente, Carpenter (1998) apresentou em seu artigo uma comparação entre um modelo baseado em maximização da utilidade esperada e um modelo baseado em maximização do *payoff* esperado. Seu trabalho encontrou melhores resultados em relação aos trabalhos anteriores. Dentre suas principais conclusões está o argumento de que ao contrário do que se pensava, os executivos esperam as ESOs ficarem muito *in the money* para exercê-las – contrariando o argumento de exercício antecipado. A autora mostrou ainda que modelos de apreçamento mais simples fornecem resultados tão bons quanto os mais complexos, de modo que na prática, dependendo do caso, o uso de modelos simplificados pode ser aceitável.

Recentemente, Amman e Seiz (2003) desenvolveram outro modelo baseado em maximização da utilidade esperada. A maior contribuição do artigo, no entanto, está em mostrar que se a vida média das ESOs for corretamente calculada, parâmetros complexos tais como o grau de aversão ao risco dos indivíduos não precisam ser estimados. Neste sentido, o uso destes modelos poderia se popularizar.

Por fim, Chance e Yang (2004) propuseram um modelo binomial baseado na maximização da utilidade esperada, onde a cada nó o executivo poderia rebalancear os pesos de sua carteira aplicada em ações e em títulos sem risco. Os autores calcularam três valores: o custo para empresa, o valor para executivo e valor do modelo Black e Scholes (1973) e Merton (1973), utilizado como *benchmark*. No último nó da árvore os três resultados são iguais. O resultado mais importante do artigo é a revelação de que a alocação de ativos do executivo pode ser crucial para determinar o valor e o custo da ESO. Adicionalmente, o artigo mostra que ainda não está claro se valor das ESOs para os executivos é diferente de custo de emissão para as empresas. Se forem iguais, as implicações para a contabilidade devem ser baseadas no valor, por apresentar maior sensibilidade aos parâmetros. Por outro lado, se valor e custo forem diferentes, empresas devem remunerar seus empregados de formas mais eficientes que aumentem o valor com o mesmo custo, por exemplo, via outorga de ações.

## 4.2

### **Modelos baseados em maximização do payoff esperado**

Os modelos baseados em maximização do *payoff* esperado são mais populares no mercado. Conforme visto na Tabela 1, o modelo de Black e Scholes (1973) e Merton (1973) é o mais utilizado, seguido pelo modelo binomial de Cox, Ross e Rubinstein (1979), dentre as empresas que integram o Ibovespa. Apesar de populares, estes modelos não incorporam diversas particularidades de planos de ESOs (vide seção 2.2). Será feito um levantamento a seguir dos trabalhos mais relevantes na literatura.

Hall e Murphy (1999) utilizaram a abordagem do equivalente certo na tentativa de apreçar ESOs. O equivalente certo foi definido como sendo igual à quantidade de dinheiro que o executivo estaria disposto a abrir mão para receber a opção, dado seu grau de aversão ao risco constante. Neste modelo, o valor da opção para executivos depende dos parâmetros tradicionais dos modelos Black e Scholes (1973) e Merton (1973) e também do grau de aversão ao risco, riqueza inicial e quantidade de ações inicialmente detidas. Os autores reportaram em seu artigo valores consistentemente menores para o modelo baseado no equivalente certo em relação ao de BSM.

Posteriormente, Hull e White (2004) apresentaram um modelo binomial que incorpora uma das características mais tradicionais de ESOs: o exercício antecipado. Para tanto, introduziram um múltiplo que define a política sub-ótima de exercício, i.e., toda vez que o preço da ação atingir o múltiplo, a opção será exercida. Este modelo será descrito com mais detalhe na seção 5.3 deste trabalho.

Li e Wong (2004) apreçaram ESOs como se fossem *warrants* – títulos de dívida conversíveis em ações. Para tanto, os autores apresentaram um método que determina o valor da ESO e do preço da ação conjuntamente. No que se refere às ESOs, o modelo utilizado é uma versão modificada de Black e Scholes (1973) e Merton (1973). De acordo com os autores, tal abordagem possui a vantagem de considerar explicitamente o efeito diluição, de modo que concluíram que o modelo de *warrant* apresenta valores menores que os modelos tradicionais.

Mazmudar *et al* (2007) foram os primeiros autores a propor um mecanismo de mercado para apreçar ESOs através do leilão de *Employee Stock Option Appreciation Rights Securities* (ESOARS). ESOARS são títulos lastreados, replicantes às ESOs da empresa – ou seja, não houve transação direta de ESOs em si. A vantagem da utilização do leilão deve-se ao fato de este ser um mecanismo de mercado, onde o preço reflete o consenso dos participantes quanto ao valor do ativo em questão. Para validar o modelo, os autores compararam o resultado do leilão com uma versão do modelo de Black e Scholes (1973) e Merton (1973) que tenta incorporar o padrão de exercício antecipado através de uma matriz de probabilidades, estimada com base em dados históricos. Para os autores, os resultados encontrados foram animadores, no sentido em que os valores informados pelo leilão apresentaram diferenças imateriais em relação ao obtido com a versão modificada de Black e Scholes (1973) e Merton (1973).

MacRae (2008) adotou em seu artigo uma abordagem considerando ESOs como se fossem prestações, onde o titular a cada período “desembolsa” uma prestação se quiser manter a opção viva. Estas prestações são interpretadas como sendo os serviços profissionais prestados pelo executivo à empresa a cada período, i.e., se o executivo quiser manter suas ESOs “vivas” por mais um ano, terá que permanecer na empresa durante este período. O autor resolveu o problema formando uma opção sintética. Os resultados mostraram que o valor de uma ESO com base no modelo proposto representa apenas 27% do valor de uma ESO avaliada com base em modelos tradicionais.

Tendo em vista que a utilização dos modelos de apreçamento e a estimação dos parâmetros é tarefa por vezes subjetiva na prática, Korn *et al* (2008) analisou planos de opções cujo valor pouco varia com a mudança dos parâmetros, isso é, planos robustos. Seu objetivo foi mostrar que tais planos tornam mais difíceis as manipulações dos parâmetros por parte das empresas. Para tanto, analisaram a robustez dos planos através das *gregas*, i.e., as derivadas parciais do valor da ESO em relação à variação dos parâmetros. A contribuição deste trabalho foi valiosa no sentido em que mostrou o *tradeoff* entre robustez e incentivos: planos mais robustos fornecem incentivos mais fracos a seus titulares, pois o valor das opções não é tão sensível à variação dos parâmetros (como o preço das ações) quando comparado aos planos de opções tradicionais. Adicionalmente, os autores mostraram que melhor que outorgar planos de ESOs com opções americanas é lançar uma carteira de opções européias com maturidades diferentes. Nesse caso a robustez será consideravelmente melhorada.

Os parágrafos anteriores mostraram a grande diversidade de trabalhos produzidos ao longo da última década. Ainda que haja diferentes abordagens e modelos, o apreçamento correto de ESOs é tema ainda bastante controverso. Não há modelo de apreçamento que seja unanimidade na academia ou no mercado; talvez por esse motivo que a maioria das empresas continuem utilizando os modelos tradicionais de Black e Scholes (1973) e Merton (1973) ou o binomial de Cox, Ross e Rubinstein (1979).

### 4.3

#### **Modelos para apreçamento de ESOs indexadas**

Planos de opções com preços de exercício atrelados a algum índice de mercado ou inflação são cada vez mais comuns hoje em dia. Há, no entanto, um déficit de modelos que avalie corretamente tais derivativos. Por vezes determinado modelo considera a indexação do preço de exercício ao supor um processo estocástico para o preço de exercício, mas deixa ao lado outras particularidades de ESOs. Esta seção apresenta os principais trabalhos efetuados na área até então.

A grande maioria dos artigos utiliza a abordagem de Margrabe (1978) (vide seção 6.2.2), que em seu trabalho apresentou um modelo de apreçamento de

uma opção europeia de troca de uma ação por outra. Seu trabalho rapidamente tornou-se popular por conta da simplicidade matemática: o autor obteve uma solução analítica a partir de uma versão modificada do modelo de Black e Scholes (1973) e Merton (1973).

Johnson e Tian (2000) foram os primeiros autores a apresentar um modelo de apreçamento para ESOs indexadas europeias. Utilizando abordagem similar à de Margrabe (1978), os autores desenvolveram um modelo onde o preço de exercício é indexado a um *benchmark*. As opções só estão *in the money* se o desempenho das ações da empresa superar o índice. Ou seja, o valor desta opção depende unicamente da volatilidade idiossincrática (inerente à firma). A volatilidade sistemática, do mercado, não é remunerada, sendo, portanto filtrada do modelo. O valor encontrado pelos autores para a ESO indexada representava apenas 34% do obtido utilizando-se o modelo de Black e Scholes (1973) e Merton (1973). Este modelo será descrito detalhadamente na seção 0.

No mesmo ano, Schnusenberg e McDaniel (2000) apreçaram uma opção de compra indexada através de uma técnica semelhante à de Johnson e Tian e obtiveram o valor de uma ESO indexada que representava 55% do valor obtido por Black e Scholes (1973) e Merton (1973).

Meulbroek (2001) apresentou uma metodologia alternativa para avaliação de ESOs indexadas europeias. Para tanto, invés de usar a ação da empresa como ativo subjacente, a autora montou uma carteira com ações da empresa, *hedgeada* contra movimentos do mercado ou da indústria. O preço de exercício foi mantido constante. Desta forma o desempenho da carteira era reflexo apenas do desempenho idiossincrático da ação, pois a carteira estava *hedgeada* contra movimentos do mercado ou da indústria. A autora obteve então a volatilidade desta carteira (referente apenas à volatilidade idiossincrática) para utilizá-la no modelo de Black e Scholes (1973) e Merton (1973). Apesar dos bons resultados, seu método, no entanto, possui uma limitação importante, pois só pode ser aplicado a ESOs outorgadas *at the money*.

A primeira tentativa para apreçar ESOs indexadas americanas foi feita por Jorgensen (2002), que estendeu o modelo proposto de Johnson e Tian (2000). A abordagem utilizada para determinar a política de exercício antecipado foi semelhante à de Hull e White (2004): sempre que o preço da ação atingir um valor crítico  $x^*$  pela primeira vez, a ESO será exercida. Como não há solução analítica

definida para opções americanas, o autor resolveu o problema através de métodos numéricos relativamente complexos, que dificultariam sua utilização na prática pelas empresas. Uma importante contribuição deste trabalho, no entanto, foi mostrar através da análise das *gragas* que os incentivos gerados por uma ESO indexada americana são superiores ao de uma equivalente europeia.

No mesmo ano, Azevedo e Barbachan (2004) apresentaram um método simples e preciso para avaliação de opções financeiras com preço de exercício estocástico em uma árvore binomial. Para tanto, combinaram a abordagem para apreçamento de derivativos bidimensionais de Margrabe (1978) com o modelo de árvores de Rubinstein (1991). A vantagem da árvore binomial é sua fácil implementação, na qual diversas particularidades de ESOs podem ser incorporadas sem dificuldades. Este modelo será descrito com maior detalhe na seção 0.

Os artigos apresentados neste capítulo sugerem que para que um modelo passe a ser utilizado pelas empresas e órgãos reguladores, é necessário que além de preciso, o modelo seja relativamente intuitivo e de simples entendimento. Neste sentido, a motivação desta dissertação é elaborar um modelo de apreçamento de ESOs que seja teoricamente rigoroso, preciso, de simples entendimento e de fácil aplicação. Para tanto serão tomados como base os modelos de Hull e White (2004), Johnson e Tian (2000) e Azevedo e Barbachan (2004). Estes modelos, bem como os modelos tradicionais de Black e Scholes (1973) e Merton (1973) e de Cox, Ross e Rubinstein (1979), que serviram de base para praticamente todas as publicações posteriores, serão apresentados com mais detalhe nos próximos capítulos.

#### 4.4

#### **Literatura de ESOs no Brasil**

Apesar da rápida difusão no uso de ESOs como instrumento de remuneração no Brasil nos últimos anos, a literatura existente sobre o tema é ainda pequena. A maior parte dos artigos encontrados aborda o aspecto contábil dos planos de opções, ou descreve as características dos planos no Brasil.

Nunes e Marques (2005) apresentaram artigo comparando as informações enviadas pelas empresas brasileiras à SEC com as arquivadas na CVM e

constatarem que as informações prestadas ao exterior são mais completas que as reportadas internamente. Concluíram ainda que a maior parte das empresas no Brasil utiliza o modelo Black e Scholes (1973) e Merton (1973), resultado em linha com o encontrado na seção 2.4.2.3.

Galdi e Carvalho (2006) apresentam um panorama da norma contábil SFAS 123R e um debate sobre o reconhecimento ou não de ESOs como despesas na demonstração do resultado. Os autores abordam também o conceito de valor justo e o motivo pelo qual os planos de opções não devem ser contabilizados por seu valor intrínseco.

Um levantamento do detalhado dos planos de opções no Brasil foi feito por Basso, Wakamatsu e Kimura e (2005). Através do envio de questionários a empresas selecionadas para compor uma amostra, os autores mostraram que as empresas analisadas na pesquisa outorgavam planos de ESOs semelhantes aos planos de empresas norte-americanas, principalmente com relação a prazos de carência e níveis hierárquicos contemplados.

O conteúdo informacional dos anúncios de ESOs no mercado brasileiro foi analisado por Santos (2008). Para tanto, a autora verificou se o anúncio de outorgas, exercício de opções ou venda de ações está relacionado a retornos anormais das respectivas ações. Seu estudo, apesar de inconclusivo quanto à geração de retornos anormais para o acionista, mostra indícios da existência de diferenças no conteúdo informacional transmitido ao mercado em relação às diferentes características dos planos de ESOs.

A única discussão encontrada sobre planos com preço de exercício indexados no Brasil foi feita por Krauter (2007). Em seu trabalho, a autora descreveu como opções indexadas ao Ibovespa podem proteger o executivo talentoso no mercado em queda e punir o executivo medíocre no mercado em alta.

Não foram encontrados trabalhos abordando modelos de apreçamento de ESOs no Brasil. A grande contribuição desta dissertação, portanto, reside no fato de ser um dos primeiros trabalhos a apresentar e propor modelos de apreçamento para ESOs no mercado brasileiro. Em particular, em relação aos planos com preço de exercício indexados, este trabalho é o primeiro a propor um modelo de apreçamento para tais planos que incorpore a política de exercício sub-ótima dos funcionários.