

5. Uma Discussão sobre as Diferentes Abordagens

Ao longo do desenvolvimento da literatura da teoria de opções reais é possível observar que diversas abordagens têm sido propostas para o cálculo do valor de uma opção real contida em projetos de investimento. Observa-se que em muitos casos, os pressupostos subjacentes a estas diferentes abordagens e as condições adequadas a sua aplicação não se encontram bem definidos. Mas, há também os casos em que se enunciam os pressupostos para a utilização desta ou daquela abordagem, mas apresentam, conceitualmente, contradições em relação ao caso concreto de aplicação.

O batismo da teoria de "opções reais" se deu em função da analogia que esta teoria teria com as opções financeiras. O termo "real" remete ao fato de que o ativo subjacente (ou investimento) neste caso é não-financeiro ou "real".

A partir desta analogia, gerou-se o entendimento de que métodos originários da teoria de apreçamento de derivativos financeiros poderiam ter suas aplicações estendidas a avaliações de opções reais, em particular o uso da equação de Black – Scholes e do Modelo Binomial.

Esta "extensão metodológica" carrega algumas inadequações, pois os ativos reais guardam diferenças fundamentais em relação aos ativos financeiros, tais como: indivisibilidade, irreversibilidade (mesmo que parcial), iliquidez, altos custos de transação, maior nível de assimetria de informação, entre outros. O que fará com que os métodos baseados nos argumentos de não arbitragem rigorosamente não valham.

Alguns autores propõem métodos alternativos para aqueles casos em que consideram que as hipóteses subjacentes ao modelo financeiro de apreçamento não possam ser garantidas, tais como: completude dos mercados e ausência de arbitragem. Mas estes métodos, por outro lado, carregam o ônus de conter aspectos arbitrários que podem aumentar, em demasia, o nível de subjetividade da avaliação.

Este capítulo tem como objetivo discutir as inadequações que advém desta "extensão metodológica", como também discutir as limitações daqueles métodos considerados alternativos. O capítulo estará dividido em dois blocos:

- Modelos de apreçamento de opções baseados em argumentos de não arbitragem;
- Modelos alternativos.

5.1 Modelos de Apreçamento de Opções Baseados em Argumentos de não Arbitragem

Como apresentado no capítulo 4, os modelos originariamente criados para apreçamento de derivativos financeiros, **Modelo de Black-Scholes** e o **Modelo Binomial**, foram ambos construídos tendo como base argumentos de não arbitragem.

O cálculo do valor de um derivativo é realizado através de um portfólio replicante deste derivativo, composto pelo ativo subjacente e pelo ativo livre de risco. A idéia é que se o portfólio replica o valor da opção em todos os estados da natureza (quando este portfólio é constantemente ajustado pelo delta hedge) e, sendo o preço dos ativos que compõem este portfólio observáveis (subjacente e do ativo livre de risco), tem-se então o valor do portfólio e, por conseguinte, o valor do derivativo.

O argumento que sustenta este artifício é originalmente aplicado a ativos financeiros, onde se faz a suposição de ausência de oportunidades de arbitragem. O argumento diz que dois ativos (ou combinações de) que tenham mesma distribuição de fluxos de caixa em todos os estados da natureza devem ter o mesmo preço, do contrário há possibilidade de estratégias de arbitragem neste mercado.

Admite-se que, no limite, o mercado financeiro não permite oportunidades de arbitragem, pois todas as oportunidades que daí poderia emanar rapidamente se esgotariam. E é isto que garante esta relação “justa” entre o derivativo, seu ativo subjacente e o ativo livre de risco, mantendo a paridade entre o valor do portfólio e o da opção.

É claro que isto só será possível se considerarmos que os ativos sejam líquidos, que estas informações sejam amplamente veiculadas e que os custos de transação sejam nulos (ou irrisórios). E para o caso de ativos financeiros isto realmente acontece, as informações de preço são livremente veiculadas, (no caso do mercado brasileiro, vide o site da Bovespa que sofre atualizações a

cada 15 minutos), os custos de transação são baixíssimos (correspondem às taxas cobradas pelas corretoras de valores) e a liquidez é assegurada para grande parte dos ativos transacionados.

Assim, rigorosamente, a extensão deste argumento para ativos reais não é válida, uma vez que não é possível atender a todos estes requisitos de informação, custos de transação e liquidez. E, portanto esta paridade de preços não se mantém.

Outro importante ponto a ser ressaltado com respeito a estas diferenças é a influencia que as opções financeiras têm sobre seus ativos (financeiros) subjacentes, que é nula. O mercado de opções da Petrobrás, por exemplo, em nada afeta o valor da companhia (e de suas ações). Mas, em se tratando de ativos reais isto não é verdade, pois tem a capacidade de criar valor ao projeto/negócio e também limitar suas perdas, ou seja, afeta diretamente o valor de seu ativo subjacente. No caso das opções reais há uma **interdependência** entre o ativo subjacente e o valor da opção, no caso das opções financeiras esta relação é de via única, o ativo subjacente interfere no valor da opção, mas a opção em nada muda no valor do ativo subjacente.

5.1.1 As Abordagens

Apesar destes modelos rigorosamente apresentarem inadequações quando aplicados a ativos reais, são amplamente encontrados na literatura de opções reais, podendo ainda ser observado que são utilizados sob diferentes abordagens. Essencialmente, as diferenças entre as abordagens se dão na **estimativa** do valor do ativo subjacente e sua volatilidade, que são dois dos parâmetros demandados tanto pelo modelo Binomial quanto pelo modelo de Black-Scholes. Pois, em se tratando de ativos reais, na grande maioria dos casos estes valores não são observáveis, o que faz necessário suas estimações.

Este trabalho identifica duas abordagens principais de avaliação do ativo subjacente e sua volatilidade na literatura.

1. Avaliação através do “ativo gêmeo” com valor de mercado observável;
2. *Market Asset Disclaimer* (MAD), quando o “ativo gêmeo” é calculado.

Os dois casos serão discutidos a seguir com algumas interpretações, tendo em vista a coerência das hipóteses que o derivam com sua aplicabilidade.

5.1.2 Avaliação através do “Ativo Gêmeo” com Valor de Mercado Observável

Esta abordagem busca o valor de mercado do ativo subjacente (sem preço observável) a partir de outro ativo que seja negociável, que será denominado “ativo gêmeo”. Para que um ativo seja considerado gêmeo de outro é necessário que tenha perfeita correlação com o projeto avaliado.

São exemplos de trabalhos em que esta abordagem é encontrada:

- Nichols (1994) relata uma entrevista com um CFO da Merck, empresa do setor farmacêutico, que diz estimar a volatilidade de um projeto de pesquisa a partir do valor das ações do setor de biotecnologia para avaliar projetos de pesquisa com base no modelo de Black e Scholes.
- Quigg (1993) se utiliza de um histórico de preços de venda de imóveis urbanos (em Seattle) na avaliação de terrenos urbanos, tendo em vista a opção de espera para construir (desenvolver o terreno).

Na prática, é muito difícil identificar este “ativo gêmeo”, pois os Investimentos produtivos são caracteristicamente singulares e, além disto, as firmas, na maior parte dos casos, reúnem em si um conjunto diverso de projetos, o que torna esta correlação mais difícil ainda.

Os ativos reais não compartilham da conhecida padronização dos ativos financeiros. Os contratos futuros na BM&F Bovespa, por exemplo, tem padronizado: valores, entregas, característica dos ativos subjacentes bem delineadas, vencimentos e etc.

Ilustram esta singularidade dos investimentos produtivos (plantas industriais, terrenos, minas, plataformas, entre outros):

- **Localização:** duas plantas industriais de uma mesma atividade e com mesma capacidade produtiva podem diferir em muito de valor em função de sua localidade. A localidade é capaz de gerar a unidade produtiva vantagens comparativas seja por: proximidade com

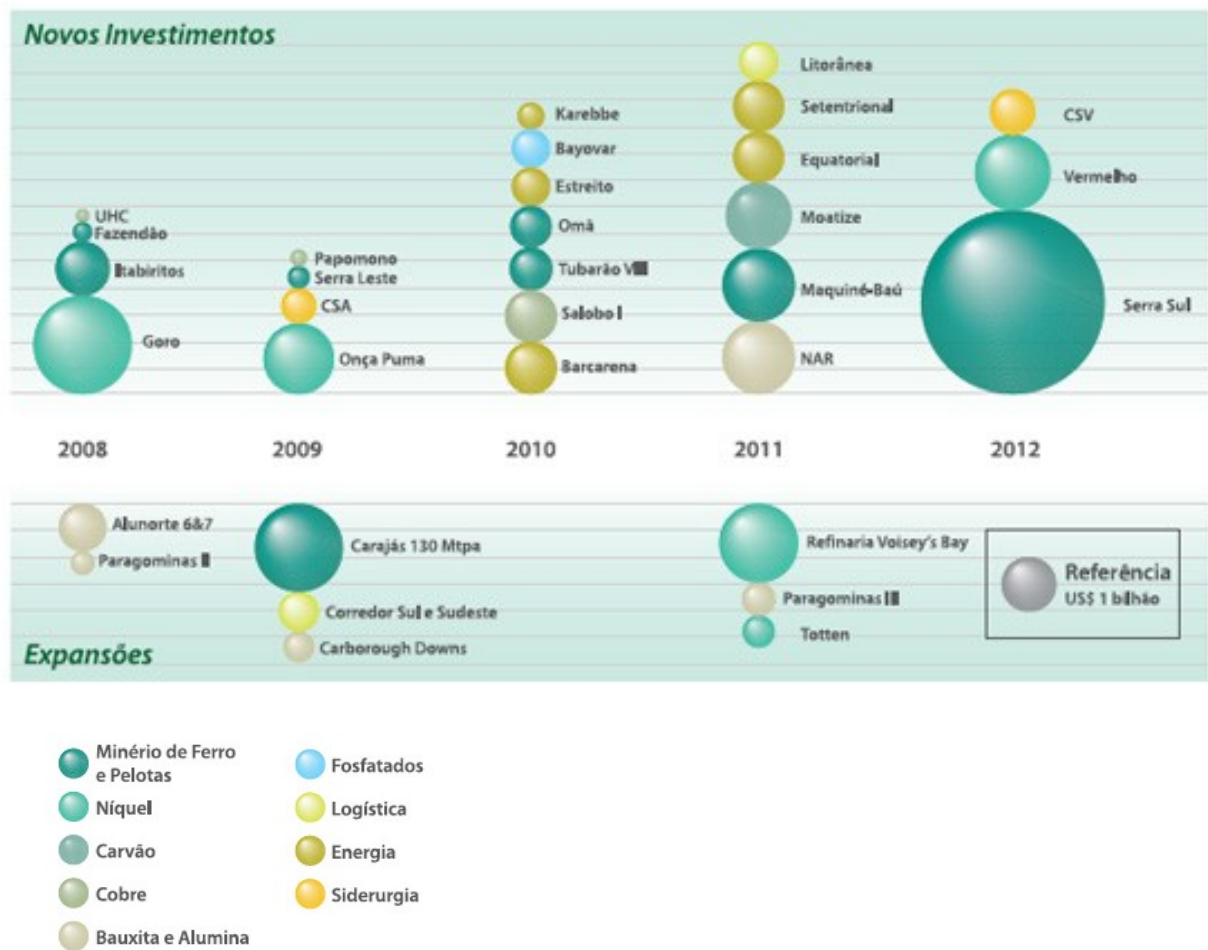
mercado consumidor, vias de escoamento, diferenças tributárias entre outros fatores.

- **Ativos fixos:** mesmo plantas indústrias de um mesmo setor, possuem maquinário de idades diferentes, fabricante e flexibilidade de insumos produtivos distintos. Um caso comum no Brasil é o das usinas sucroalcooleiras, sendo possível encontrar plantas industriais contemporâneas ao Pró-álcool (1975), como também plantas modernas com altíssimo nível de automação. Encontram-se também plantas com cogeração de energia e outras que não cogeram, além de plantas que produzem álcool e açúcar e outras apenas álcool.

Para aumentar a ilustração sobre esta dificuldade de se obter um ativo gêmeo, pode-se supor, por exemplo, a avaliação de um projeto de investimento em mineração. Na busca pelo “ativo gêmeo”, a primeira vista, poderia se cogitar a uso do valor de mercado da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) como parâmetro que pode ser observado a partir de suas ações negociadas em bolsa.

Mas, numa análise mais pormenorizada, é possível identificar que o portfólio de projetos da CVRD é composto por projetos de diversas outras atividades e segmentos (como por exemplo: siderurgia e energia). O quadro a seguir ilustra estes projetos e seus respectivos setores de atividade:

Figura 6 – Portfólio de Projetos da CVRD



Fonte: <http://www.vale.com>

Isto significa que ao usá-la como “ativo gêmeo” se estará incorrendo num erro. Pois o fato da CVRD ter suas atividades fortemente concentradas na atividade do projeto não a faz “gêmea” do projeto posto que também diversifica seu portfólio de projetos, o que causará um descolamento da correlação do projeto com a empresa dita “gêmea”. Pois nesta estratégia de diversificação a CVRD contribui para diminuir bastante o risco idiossincrático que estaria exposta.

Em suma, o que se pretende expor é que os investimentos produtivos estão expostos a um determinado conjunto de fatores em que para cada projeto este conjunto é único. Esta parcela singular a cada projeto pode ser também chamada de risco privado, aquela para o qual o mercado não será completo.

Esta incompletude dos mercados para os ativos reais impossibilita a obtenção de um “ativo gêmeo” para a avaliação.

5.1.3 Avaliação através do Market Asset Disclaimer

Copeland e Antikarov (2001) reconhecem a dificuldade de se achar um ativo gêmeo de um projeto com preço observável e assim propõem que a melhor estimativa não tendenciosa para o valor do projeto é o valor presente dos fluxos de caixa do próprio projeto sem flexibilidade.

O valor do projeto sem flexibilidade é calculado através do Fluxo de Caixa Descontado, se utilizando de uma taxa de desconto ajustada ao risco baseada no CAPM. As estimativas de fluxo de caixa, quando possível, devem ser realizadas a partir de dados históricos, e quando isto não é possível admite-se que estas se dêem através das avaliações subjetivas dos gerentes (segundo os autores, os gerentes poderão fornecer limites superiores e inferiores para as variáveis do fluxo de caixa que estão sendo estimadas). Depois de estimados os parâmetros, procede-se a simulação de Monte Carlo para a estimação da árvore binomial e pela avaliação neutra ao risco é dado o valor presente do projeto com flexibilidade gerada pela opção (ou opções) sob avaliação.

O modelo assume que, independentemente dos processos estocásticos das variáveis que compõem os fluxos de caixa do projeto, o valor global do projeto é um passeio aleatório e que, na maior parte dos casos, segue um Movimento Geométrico Browniano (MGB).

O uso do CAPM nesta abordagem faz com que ela incorra no retorno às mesmas críticas feitas a avaliação pelos métodos tradicionais, entre elas: a dificuldade de achar o beta adequado ao projeto, o beta de um projeto gêmeo, pois nem sempre o beta da firma é o mesmo beta de seus projetos, mesmo tendo-se em conta que estes fluxos de caixa descontados dizem respeito a um projeto sem nenhuma flexibilidade.

Além disto, o CAPM é o único parâmetro de mercado utilizado por este modelo, que pode fazer com que as avaliações geradas por ele sejam descoladas da realidade das avaliações de mercado.

Este é um risco que é ainda mais agravado quando são utilizadas as estimações subjetivas dos gerentes, que fará com que o valor calculado do

projeto seja o valor a partir dos gerentes do projeto e não necessariamente o valor de mercado do projeto. Pois o conjunto de informações detido pelos agentes do mercado a respeito de um projeto/negócio é inegavelmente mais restrito que o conjunto de informações acessível aos gerentes do próprio projeto. Mas, os autores acham razoável a interpretação de que este valor calculado para o projeto sem flexibilidade seria o valor mais próximo do projeto caso fosse um ativo negociado (ou seja, em termos de valor de mercado)¹¹.

Como também já argumentado, a relação das opções reais com seu projeto subjacente se dá de modo distinto da opção financeira com seu ativo base. A existência de uma opção financeira relacionada às ações de uma dada empresa em nada afeta o valor efetivo desta empresa (seus fundamentos). Mas a inexistência de flexibilidades num projeto (opções) pode ser o suficiente para sua inviabilidade.

No caso das opções reais há uma interdependência entre o ativo subjacente e o valor da opção, no caso das opções financeiras esta relação é de via única, com sentido: do ativo subjacente para a opção.

5.2 Métodos Alternativos

5.2.1 Abordagem Pindyck e Dixit

Pindyck e Dixit (1994) tratam a escolha do método de avaliação de opções reais como uma escolha binária entre a análise de ativos contingentes¹² e a programação dinâmica. Se o mercado for suficientemente completo, de modo que se consiga replicar a componente estocástica dz do retorno do ativo subjacente, através de algum outro ativo negociável, então terá sido atendido o requisito para a análise de ativos contingentes. Mas se este requisito não foi atendido, tendo o projeto uma importante parcela de risco privado, deve-se optar pelo método da programação dinâmica.

Como já argumentado, em se tratando de investimentos produtivos, é muito pouco provável ou impossível a obtenção de um ativo gêmeo ao projeto. Pois os investimentos produtivos sempre estarão expostos a um conjunto de fatores que é único para cada projeto. O que faz com que, rigorosamente, os

¹¹ Copeland e Antikarov (2001, p. 87).

¹² O método dos ativos contingentes (*contingent claims analysis*) refere-se aos métodos originalmente construídos para opções financeiras como o modelo Binomial e modelo de Black-Scholes. Em Pindyck e Dixit (1994) a expressão refere-se normalmente ao caso contínuo.

requisitos para a adoção da análise de ativos contingentes, indicados por Pindyck e Dixit, não sejam nunca atendidos.

O método da programação dinâmica, por outro lado, necessita de uma taxa de desconto exógena, que é sempre de difícil avaliação, posto que, em regra, a avaliação é intertemporal e o conjunto de incertezas ao qual o projeto está exposto é sempre variante no tempo. O uso de uma taxa de desconto arbitrária dá margem à escolhas subjetivas por parte da gerência, que poderão embutir nesta escolha sua aversão ao risco. A escolha de uma taxa de desconto afetada pelas preferências da gerência pode resultar numa taxa de desconto demasiadamente alta, o que por sua vez também poderá inviabilizar projetos valiosos.

Neste caso, o descarte de projetos valiosos também representaria um grande conflito de interesses, um problema de agente e principal, pois contra variância de suas carteiras os acionistas já têm remédio, que é se diversificar e não gerentes demasiadamente receosos.

O método da programação dinâmica é vulnerável a avaliações muito descoladas dos valores de mercado, principalmente pela dificuldade na escolha da taxa de desconto e o nível de subjetividade que esta escolha pode ou não ter.

5.2.2 Abordagem Smith e Nau

Smith e Nau (1995) reconhecem que o mercado é parcialmente completo para a maior parte dos investimentos corporativos. É completo para o risco de mercado e incompleto para o risco privado.

Tendo isto em conta, a proposta é que o problema seja dividido em duas partes, onde a idéia básica consiste em: usar o método de apreçamento de opções financeiras para avaliar a parte exposta ao risco de mercado que poderá ser replicada por ativos negociáveis e usar a árvore de decisão para a parte que não pode ser replicada. E assim “marcar a mercado” a porção do investimento para o qual o mercado é completo e avaliar a outra porção da árvore com base no julgamento de risco privado (corporativo) dos gerentes.

Para este objetivo é feita uma espécie de “árvore de decisão ajustada ao risco” que representará todas as oportunidades de investimento (relevantes),

estando separadas a parte relacionada ao risco de mercado e a parte relacionada ao risco privado.

Para a parte da avaliação em que o mercado é completo (parte exposta apenas ao risco de mercado) são utilizados dados de mercado e a avaliação neutra ao risco pode ser utilizada. E para avaliar o risco privado os autores lançam mão da subjetividade das preferências¹³ e das avaliações subjetivas de probabilidade do gerente para o cálculo de fluxos de caixa equivalentes certo da firma. O artifício do cálculo subjetivo dos fluxos de caixa equivalentes certos permitirá que os fluxos de caixa possam ser descontados a taxa livre de risco. E o passo final nesta abordagem será a resolução da árvore de trás para frente (*backward*) de modo a determinar a melhor estratégia e seu valor associado.

Visualiza-se, por exemplo, casos como uma avaliação realizada por um proprietário de uma pequena empresa familiar que investe todo seu capital nesta sociedade ou um único gerente de uma empresa que investe única e exclusivamente em quotas desta empresa e a tem como sua única fonte de renda, que configuram situações em que os agentes não são suficientemente diversificados. Nestes casos um projeto poderá ser avaliado, por estes investidores em particular, com o uso de uma função de utilidade que venham a refletir as preferências próprias destes agentes de modo a avaliar o risco privado. Já para os casos mais conhecidos pela literatura em que a empresa e/ou seus acionistas já estão adequadamente diversificados, adota-se o conceito de neutralidade ao risco na avaliação. Nestes exemplos identifica-se casos mais extremos, no primeiro caso todo o risco é praticamente privado e outro todo o risco é considerado como risco de mercado, mas na realidade o que se observa nos projetos é uma matriz de risco que se encontra num contínuo entre estes extremos.

Os autores consideram que esta é uma abordagem integrada pois agrega técnica da teoria de análise de decisão (com a utilização de árvore de decisão) e teoria de finanças (com o uso de técnica de apreçamento de opções financeiras).

Resumidamente a abordagem Smith e Nau envolve a seguinte seqüência de passos:

¹³ Smith e Nau propõem uma função exponencial para capturar as preferências de risco.

- Construção de uma árvore de decisão que represente as alternativas (caminhos/ possibilidades) do projeto de investimento
- Identificar os riscos de mercado e privado
- Para o risco de mercado, identificar e replicar o portfólio e adotar probabilidades neutras ao risco
- Para o risco privado, adotas “probabilidades subjetivas”
- Calcular o fluxo de caixa em cada terminação da árvore e o valor presente líquido com o uso da taxa de desconto livre de risco
- Resolver *backward* a árvore de modo a determinar a melhor estratégia e seu valor associado

A abordagem de Smith e Nau tem o mérito de tentar separar a parte mais “problemática” da avaliação, aquela incidente de risco privado e para o qual os mercados não são completos. Nesta porção da árvore a ausência de arbitragem não pode ser garantida, o que inviabiliza a avaliação neutra ao risco. Assim, o antigo problema da escolha da taxa de desconto adequada surgiria, mas ao propor que o ajuste do risco (nesta parcela do projeto) se dê via ajuste nos fluxos de caixa, através de fluxos de caixa equivalentes certo, Smith e Nau eliminam este problema, mas também incorrem em outro. A proposta de avaliação de fluxos de caixa equivalentes certo guarda um alto componente de subjetividade, pois este equivalente certo será dado subjetivamente pelos gerentes do projeto ou calculado pela função de utilidade proposta que ainda não extingue esta subjetividade.

Além disto, os problemas de agente e principal ainda podem ocorrer, pois nada garante o alinhamento das preferências entre acionista e gerente do projeto. O risco de haver este conflito (agente e principal) só se extinguiria caso a firma fosse de apenas um único dono, onde ele mesmo atribísse valor aos equivalentes certos da avaliação.