

2 Teoria das Opções Reais

Segundo Dixit e Pindyck (1994), três importantes fatores afetam as decisões de investimento: o momento ótimo para a realização do investimento, a incerteza a respeito da lucratividade e o grau de irreversibilidade do projeto (ou seja, o quanto do investimento inicial pode ser recuperado). Ainda segundo os autores, os métodos tradicionais utilizados para análise de investimentos, como o VPL e a TIR, não levam em consideração a interação entre irreversibilidade, incerteza e escolha do momento ótimo de um investimento.

As decisões sobre investimentos vêm sendo tomadas em ambientes crescentemente incertos, principalmente devido às altas oscilações que o mercado vem apresentando em curtos intervalos de tempo. Portanto, torna-se papel essencial dos tomadores de decisões acompanhar a evolução do mercado através de conseqüentes mudanças nos planos de investimento anteriormente traçados. A expansão, a contração, o adiamento, o abandono, bem como a alteração do projeto são algumas das mudanças que podem ser realizadas ao longo do desenvolvimento do mesmo. São essas possíveis mudanças acerca de projetos reais que constituem as chamadas Opções de Flexibilidade Gerencial, ou, Opções Reais.

Mas, faltam ferramentas aos métodos tradicionalmente utilizados na análise de investimento que ofereçam as condições para promover essas mudanças e retratar o redirecionamento do comportamento gerencial. Tais limitações tornam esses instrumentos inadequados para análises quantitativas, induzindo ao estabelecimento de taxas de desconto fundamentadas, na maioria das vezes, no julgamento subjetivo de quem faz a análise. Assim, surge uma forte tendência à valorização excessiva da aversão ao risco superdimensionado.

Justamente pela dificuldade em capturar a flexibilidade de adaptar e revisar decisões futuras em resposta ao desenvolvimento inesperado do mercado, Trigeorgis (1996) critica as abordagens do Fluxo de Caixa Descontado (FCD), que abrange os métodos do VPL e da TIR. O autor destaca que o FCD tradicional

implicitamente assume um “cenário esperado” de fluxos e presume comprometimento passivo da gerência com uma estratégia operacional estática (por exemplo, iniciar um projeto imediatamente e operá-lo continuamente em uma escala base até o fim de sua vida-útil esperada). Esse cenário não é observado no “mundo real”, onde estão presentes incertezas, constantes mudanças e interações competitivas; e conforme novas informações vão chegando e a incerteza sobre o mercado for se revelando, surge a possibilidade da gerência redirecionar o planejamento inicial.

A Teoria das Opções Reais surgiu para preencher esta lacuna que restava no universo das Finanças, adaptando o VPL tradicional (também chamado de estático ou passivo) ao contexto da flexibilidade gerencial. Isto é feito adicionando-se o valor da opção de flexibilidade gerencial ao VPL tradicional, assim obtendo o chamado VPL expandido. Portanto, o VPL expandido leva em consideração o valor que a flexibilidade gerencial agrega ao projeto. Segundo esse novo panorama, para que um projeto seja aceito, é preciso que seu VPL expandido seja positivo.

$$\text{VPL}_{\text{expandido}} = \text{VPL}_{\text{estático}} + \text{Valor da Opção} \quad (2.1)$$

A análise da fórmula acima demonstra que, diferentemente dos métodos utilizados tradicionalmente, projetos podem ser aceitos mesmo possuindo VPL's estáticos negativos. Isso porque, o valor agregado pela opção de flexibilidade (valor da opção ou valor do prêmio) pode ser tão alto, a ponto de tornar VPL's estáticos negativos em VPL's expandidos positivos. Como exemplo, mesmo que o investimento imediato em um projeto não seja interessante (VPL estático negativo), existe a possibilidade do adiamento desse investimento (opção de espera) torná-lo lucrativo, devido por exemplo, a um aumento de preços do produto que será produzido pelo projeto em questão. Esse fato ocorre principalmente em ambientes com grande incerteza. Também é possível perceber que o valor do VPL expandido nunca é inferior ao valor do VPL estático.

Anteriormente à formulação da Teoria das Opções Reais, havia grande dificuldade por parte dos tomadores de decisões no tratamento da flexibilidade em suas análises. Para tanto, eles só desenvolviam os projetos que possuíssem altos VPL's (e; não todos aqueles com VPL's positivos, como recomendavam os

métodos tradicionais de análise), pois já tinham a noção de que ao desenvolver o projeto estariam se desfazendo da opção de espera que possuíam anteriormente e que isso representava algum custo para eles (cuja quantificação ainda era desconhecida). Segundo Dixit e Pindyck (1994), “matar” a opção de espera representa um custo de oportunidade sendo, portanto, necessário levá-lo em consideração no momento da análise. Essa questão veio a ser resolvida com a utilização do VPL expandido, aonde o custo de oportunidade vem a ser representado pelo valor da opção, cuja quantificação será apresentada nessa dissertação mais adiante.

A Teoria das Opções Reais pode ser vista como uma maximização do VPL sob incertezas fornecendo duas respostas: o valor da oportunidade de investimento (valor da opção real) e a regra ótima de decisão (aquela que maximiza o VPL sob incerteza). Essa abordagem usa ferramentas mais sofisticadas para modelagem de risco de mercado (Teoria dos Processos Estocásticos) e de otimização sob incerteza (programação dinâmica sob incerteza, principalmente).

2.1 Teoria dos Processos Estocásticos

A Teoria das Opções Reais fornece o valor de opções de investimento em torno de um projeto real partindo da analogia a uma opção financeira. Portanto, a Teoria dos Processos Estocásticos é uma ferramenta que dá suporte à Teoria das Opções Reais na modelagem de risco de mercado.

Como Processo Estocástico, pode ser entendida a tentativa de descrever uma variável que se desenvolve no tempo de uma maneira parcialmente (ou totalmente) aleatória e imprevisível. Este processo é definido por uma lei de probabilidade para a evolução dessa variável no tempo. O processo de Markov, o processo de Itô, o processo de Wiener, bem como o Movimento Geométrico Browniano representam os processos estocásticos mais expressivos.

Mas, o aprofundamento a respeito desse assunto foge um pouco do objetivo dessa dissertação, sendo apenas explicitado mais adiante o processo estocástico utilizado no caso estudado.

2.2 Ferramentas de Otimização sob Incerteza

Segundo Dixit e Pindyck (1994), as decisões de investimento são bastante afetadas pelo fator tempo. Ou seja, a implementação de um mesmo projeto pode não ser interessante quando realizada hoje, podendo porém, ser bastante lucrativa se realizada mais tarde. A Teoria das Opções Reais trata dessa questão ao incluir a opção de adiamento do projeto em suas análises, buscando assim, encontrar o momento ótimo para a realização do investimento. Para tanto, duas ferramentas de modelagem podem ser utilizadas: a Programação Dinâmica e a Análise por Ativos Contingenciais. Ambas são apresentadas abaixo. Também é apresentada uma comparação entre elas, que apesar de serem semelhantes, possuem algumas diferenças.

2.2.1 Programação Dinâmica

A Programação Dinâmica é um modo sistemático de realizar comparações entre decisões dinâmicas, como por exemplo, a decisão de investir imediatamente e a decisão de adiar tal investimento. Para tanto, a idéia essencial dessa ferramenta é a divisão da seqüência de decisões em duas partes: a decisão imediata e as decisões subseqüentes. Portanto, essa ferramenta busca otimizar as decisões subseqüentes à decisão imediata, para que assim esta também seja otimizada posteriormente.

Para que isso seja possível, a Programação Dinâmica primeiramente otimiza a última decisão. Assim, torna-se possível otimizar a decisão imediatamente anterior (a penúltima), sendo esse processo repetido até a otimização da primeira decisão. Em outras palavras, esse é um processo que trabalha de trás para frente (*backward*). Esse processo garante que sempre estarão sendo consideradas as decisões futuras ótimas, bastando então encontrar a decisão imediata ótima ao problema.

Por exemplo: se um projeto pode ser adiado por um prazo de dez anos, inicialmente a decisão a ser tomada no décimo ano é otimizada (da seguinte

forma: $\max\{VPL, 0\}$, pois nesse ano termina o prazo de expiração da opção de espera, tratando-se então de um projeto do tipo “agora ou nunca”). A decisão a ser tomada no nono ano é considerada uma decisão imediata neste ano, sendo a decisão ótima do décimo ano utilizada como sua decisão subsequente. O máximo valor da comparação entre o exercício imediato no nono ano e o valor esperado da oportunidade de adiamento do projeto para o ano seguinte fornecerá a decisão ótima relativa ao nono ano. E, assim segue para os períodos anteriores.

Matematicamente, a Equação Geral de Bellman ilustra esse raciocínio.

$$F_t(x_t) = \max_{u_t} \{ \pi_t(x_t, u_t) + E_t [F_{t+1}(x_{t+1})]/(1+\rho) \} \quad (2.2)$$

Essa equação expressa o valor do projeto como sendo a soma de duas parcelas. A primeira delas é o lucro imediato, sendo a outra, o chamado valor de continuação (valor esperado dos lucros gerados pelas decisões ótimas subsequentes). O valor de continuação é a parcela que garante que todas as decisões subsequentes ao período t correspondam a decisões ótimas.

As variáveis x_t e u_t são, respectivamente, as variáveis de estado e de controle. Num projeto petrolífero, a variável de estado pode ser representada pelo preço do petróleo, por exemplo. Já as variáveis de controle representam as oportunidades disponíveis para a firma, como por exemplo a opção de esperar ou de investir imediatamente.

Um detalhe fundamental da equação acima é a taxa de desconto utilizada (ρ). Isso porque, essa taxa de desconto é exógena ao problema, tornando-se subjetiva quando não é verificado um mercado suficientemente completo para avaliação de riscos.

2.2.2 Análise por Ativos Contingenciais

A Análise por Ativos Contingenciais é baseada nos fundamentos da teoria de finanças econômica. O ponto chave desse método é o estabelecimento de uma carteira livre de risco, em que todos exigem o mesmo retorno: a taxa livre de risco. Dessa maneira, é possível relacionar o valor da opção à parâmetros do

mercado, encontrando-se então o valor da opção, sob a suposição de não arbitragem. Mas, para que se possa montar uma carteira livre de risco torna-se necessária a existência de um mercado suficientemente completo, de forma que o projeto possa ser replicado por algum ativo negociado no mercado (ativo esse, que possua perfeita correlação com o projeto).

A criação de uma carteira livre de risco consiste no primeiro passo do procedimento para obtenção do valor de um ativo (como um projeto, por exemplo). Um dos componentes dessa carteira é a opção de investir no próprio projeto. O outro componente da carteira normalmente é o próprio ativo (ou projeto), porém caso o ativo em questão não seja negociado diretamente em algum mercado líquido tenta-se replicar suas características (risco e retorno) através de alguma carteira com ativos negociados existentes. É tomada uma posição longa da opção de investimento no projeto (F) e uma posição curta de n unidades do ativo negociado no mercado e correlacionado ao projeto, sendo n escolhido de forma a tornar essa carteira livre de risco.

Feito isso, desenvolve-se o retorno total da carteira (ganho de capital somado aos dividendos do ativo) para que, finalmente, esse retorno seja igualado ao retorno proporcionado por uma aplicação à taxa livre de risco.

É dessa maneira que a Análise por Ativos Contingenciais fornece o valor da opção de investimento.

2.2.3 Comparação entre os Métodos

Segundo Dixit e Pindyck (1994), o método de Análise por Ativos Contingenciais trata o risco de uma forma mais adequada que a Programação Dinâmica, uma vez que a taxa de desconto utilizada, ao invés de exógena, é derivada do equilíbrio geral do mercado, dado pela teoria do *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Porém, a Análise por Ativos Contingenciais requer a existência de uma vasta quantidade de mercados de ativos de risco, o que é uma realidade para a indústria de petróleo, mas podendo não o ser para outras atividades. Já no caso da Programação Dinâmica, essa exigência não é verificada.

Ainda segundo os autores, a Programação Dinâmica é equivalente à Análise por Ativos Contingenciais, se no primeiro método for utilizada a neutralidade ao risco, ou seja, se ρ assumir valor igual à taxa livre de risco.

Portanto, a Análise por Ativos Contingenciais deve ser empregada quando é verificada a existência de um mercado suficientemente completo. Já quando o mercado é incompleto, pode-se utilizar a Programação Dinâmica estabelecendo-se uma taxa arbitrária de desconto ou utilizar a extensão do método de neutralidade ao risco efetuando-se o desconto à taxa livre de risco.