

3 Opção

Uma opção é um derivativo (aquele cujo fluxo de caixa depende funcionalmente de um outro ativo, chamado de ativo base) escrito sobre um ativo base. Quando se compra uma opção adquire-se um direito (de comprar ou vender um ativo V , por um determinado valor K , até certa data T), mais não uma obrigação de se executar uma ação no futuro. As opções são avaliadas quando existem incertezas em relação ao preço do ativo base e em relação ao período que pode ser exercida (no caso de uma opção americana) .

O comportamento das opções reais é visto como uma extensão da teoria das opções financeiras. As opções financeiras são detalhadas no contrato, enquanto que as opções reais são vistas em estratégias de investimento.

As principais diferenças entre as opções reais e as financeiras são as seguintes:

- ✚ Em opções financeiras o tempo de expiração é geralmente de curto prazo (menor do que 1 ano) e as opções reais podem ser até perpétuas;
- ✚ Outra diferença é tempo de construção do bem real (que não existe em opções financeiras, e existe em opções reais);
- ✚ A regra de decisão (se exerce ou não a opção) é muito mais importante em opções reais do que em opções financeiras; ativos financeiros, tais como as ações, não podem ter valores negativos, já um projeto pode ter valor negativo, por último,
- ✚ As opções reais são mais complexas que as financeiras: preço de exercício pode ser incerto, é comum ter opções reais compostas, presença de incertezas técnicas além da incerteza de mercado, e interações estratégicas com outras firmas.

A tabela a seguir faz uma comparação entre opções financeiras de compra de ações e opções reais, para projetos de investimento.

Opção Financeira	Opção Real
Preço da Ação	Valor do Projeto (V)
Preço de Exercício da Opção	Custo de Investimento do Projeto (I)
Stock Dividend Yield	Fluxos de Caixa gerados pelo Projeto (V)
Taxa livre de Risco	Taxa livre de Risco (r)
Volatilidade da Ação	Volatilidade do Valor do Projeto (σ)
Tempo de Expiração da Opção	Tempo de expiração da Oportunidade de Investimento(T)

Tabela 3. 1: Opção Financeira × Opção Real

Toda negociação feita com opções é uma *call option* ou uma *put option*.

O proprietário de uma *call option* tem o **direito** de comprar um **determinado ativo** a um preço específico (chamado de preço de exercício), dependendo de quando o proprietário pode exercer esse direito, essa opção de compra será americana ou européia.

Onde:

V: Valor do Ativo Base;

F: Valor da Opção e

K: Preço de exercício.

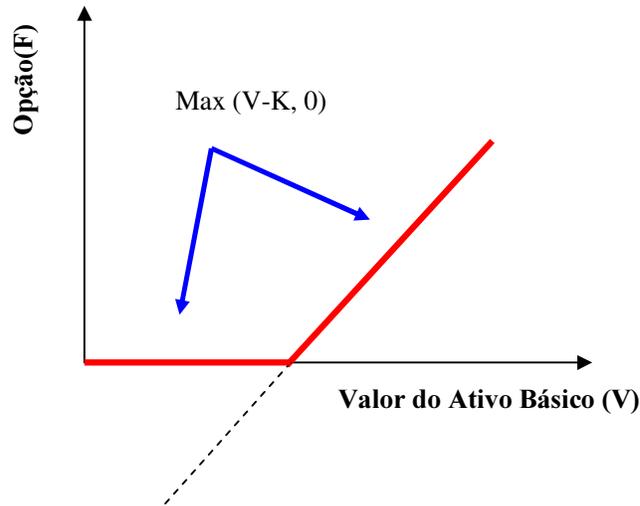


Figura 3.1: Gráfico de uma opção de compra

Pela Figura 3.1 vemos que o valor de uma **opção de compra** é:

$$\text{Max}(V-K, 0)$$

Seu valor nunca será negativo, pois uma opção representa um direito e o máximo que pode ocorrer é o detentor desta decidir, caso não seja vantajoso, não exercê-la.

Como uma opção representa um direito, o proprietário desta só irá exercê-la caso seja vantajoso. Ou seja, no caso de uma opção de compra, só irá exercê-la caso o valor do ativo base na data de expiração seja maior do que o preço de exercício da opção ($V > K$), caso contrário a opção não será exercida. O próximo gráfico ilustra esse conceito

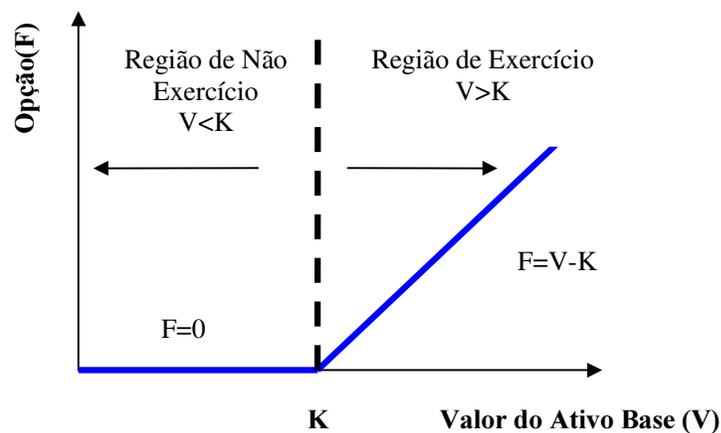


Figura 3.2: Gráfico da região de exercício de uma opção de compra

Um ponto importante a ser ressaltado é o de que antes da expiração a opção tem valor positivo (> 0 , esse valor positivo reflete a chance de essa opção se tornar valiosa), mesmo que o preço do ativo base seja menor que o preço de exercício da opção K , isso ocorre devido à incerteza do valor V na data de vencimento. O gráfico abaixo representa o **valor da opção de compra** antes do vencimento.

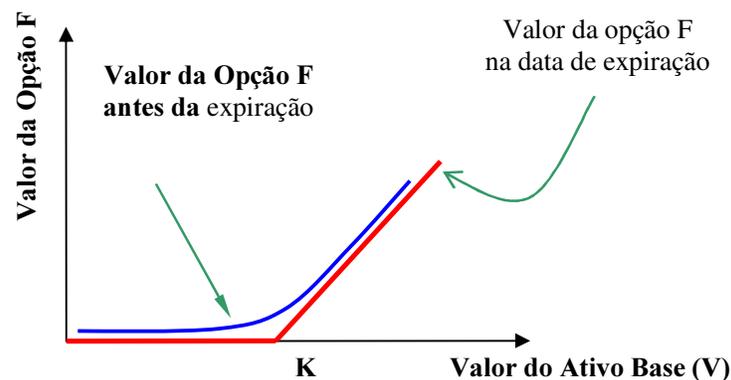


Figura 3.3: Gráfico de opção de compra antes de expiração

O proprietário de uma *put option* tem o **direito** de vender um **determinado ativo** a um preço específico, mais uma vez dependendo de quando o proprietário pode exercer esse direito, essa opção de venda será americana ou européia.

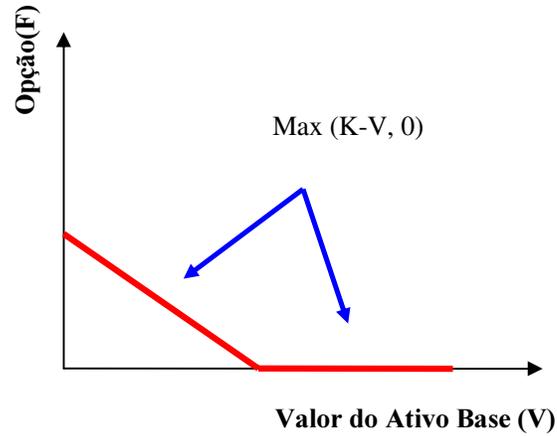


Figura 3.4: Gráfico de uma opção de venda

No caso de uma *put* o detentor da opção só irá exercê-la caso o valor do ativo base seja menor do que o preço de exercício. O gráfico abaixo representa a região de exercício de uma *put*, ou seja, para valores de K superiores a valores de V o proprietário de opção irá exercê-la, caso contrário a opção morrerá (não será exercida).

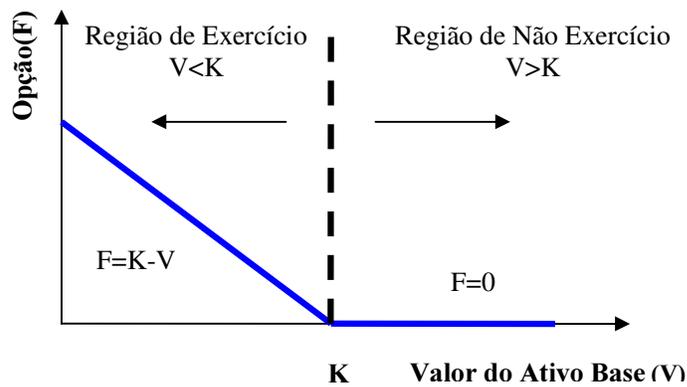


Figura 3.5: Gráfico de região de exercício de uma Opção de Venda

Analogamente o valor da opção de venda antes da expiração vale mais do que na expiração, o que pode ser visto no gráfico a seguir.

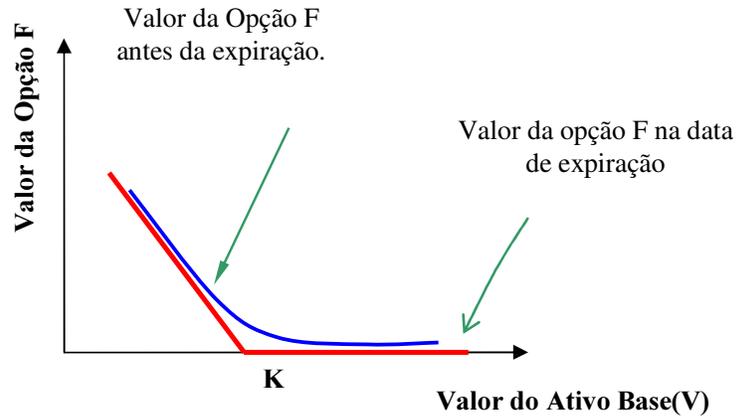


Figura 3.6: Gráfico de Opção de Venda antes da expiração

3.1. Opção Americana X Opção Européia

Existem dois tipos de opções: a americana e a européia.

A opção americana permite ao proprietário exercer a opção em qualquer data antes da expiração ou na própria expiração, já na opção européia o proprietário só pode exercer a opção na data de expiração. Ou seja, a opção americana é mais valiosa do que a européia porque pode fazer tudo que está pode e mais alguma coisa. Somente na data de expiração a opção americana tem o mesmo valor que a opção européia.

O fato de que em uma opção européia o detentor da mesma só pode exercê-la em uma data específica e na opção americana ele pode vir a exercê-la em qualquer data antes da expiração, faz com que o detentor da opção americana possuía um problema adicional: decidir qual é a data ótima de exercício da opção.

No caso de uma opção européia, que só pode ser exercida na data de expiração, o problema é mais fácil de ser solucionado uma vez que só precisamos saber o valor do ativo base na data de expiração. Uma solução para a precificação desse tipo de opção foi dada pela equação de Black & Scholes & Merton (B&S&M), que fornece o valor de uma opção de compra antes do vencimento.

No caso de opções americanas, que podem ser exercidas em qualquer momento antes da expiração, o problema é bem mais complexo. A metodologia empregada é a Simulação de Monte Carlo. Para usar este método precisamos saber previamente as distribuições de entradas (*inputs*), sendo assim é necessário saber qual o melhor **processo estocástico** que representa seu comportamento. Também precisamos saber a relação entre as variáveis de entrada e as de saída.

3.2. As Opções Reais e o Valor da Flexibilidade Gerencial

Na prática de investimentos, uma das diferenças importantes de OR e o método tradicional do VPL clássico, é que OR incentiva a realização de investimentos por fases, pois valoriza a aprendizagem entre elas. A informação obtida numa fase serve para decidir otimamente sobre o projeto da fase subsequente. O VPL clássico não valoriza esse efeito, enquanto que OR o faz. Além

disso, o investimento em fases é visto nas empresas como mais prudente do que uma aposta alta num projeto ignorando a incerteza e o valor do aprendizado.

Esta flexibilidade nas decisões gerenciais tem sempre um valor positivo e é importante saber valorá-la.

Um bom exemplo é o do veículo que pode usar dois combustíveis: um veículo que é capaz de utilizar dois combustíveis (**álcool** ou **gasolina**) é mais flexível e, portanto, de valor mais alto que um veículo que só pode usar um combustível. Porém o custo adicional (acrescentado no preço do veículo) da possibilidade de alternar os combustíveis poderia ser maior que o valor da capacidade de alternância que o cliente usufruiria na prática, sendo que nesse caso seria preferível ficar com o veículo com motor mais simples, mais barato, que utiliza só gasolina. Assim sendo, só o fato de possuir flexibilidade não necessariamente acrescenta valor ao projeto, o importante é saber quantificá-la e comparar o custo desta flexibilidade com os retornos adicionais que gerará.

No caso em questão será feita uma análise similar. Uma planta capaz de utilizar dois *inputs* (Gás Natural ou Óleo Pesado) e que tenha mais de uma combinação possível de produção (flexibilidade de *output*) é mais flexível e, portanto possui um valor maior. Porém precisa-se verificar se o custo adicional é maior ou menor do que o valor da capacidade de alternância que os investidores usufruíam na prática. Caso o custo adicional seja maior do que o valor da flexibilidade o melhor é ficar com uma planta que utilize só um insumo e possua só uma combinação possível de produção.

As opções reais terão um maior valor quando se combinam três fatores:

- ✚ A incerteza (que podem ser de mercado, técnica ou em relação aos outros *players*),
- ✚ A flexibilidade (para reagir à incerteza), e,
- ✚ Um VPL sem flexibilidade próximo de zero.

A figura a seguir apresenta como estes três fatores interagem no valor de um projeto.

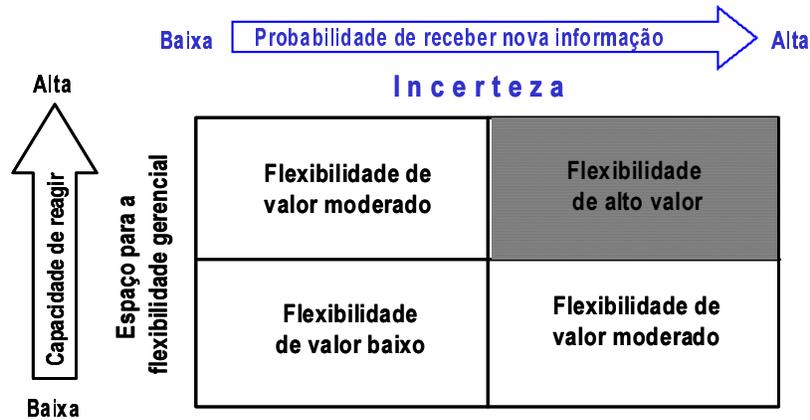


Figura 3.7: Quando a flexibilidade gerencial é valiosa
(Fonte: Copeland e Antikarov (2001))

Com um VPL alto a maioria das opções que oferecem flexibilidade terão pouca probabilidade de serem exercidas e, portanto, terão baixo valor relativo. Por outro lado, se o VPL for muito negativo, nenhuma flexibilidade será capaz de salvar o projeto. Só quando o VPL se encontra próximo de zero, não sendo óbvio se o projeto é bom o ruim (quadro sombreado da figura), é que o valor adicional da flexibilidade para mudar de rumo faz grande diferença.

3.3. Principais tipos de Opções Reais

Existem diversos tipos de opções reais operacionais. Trigeorgis (1996) lista alguns que ocorrem naturalmente nos investimentos (opções de adiar, contrair, fechar e abandonar o investimento) e outros que podem ser planejados e empreendidos a um custo adicional (opções de expandir e **trocar de uso**, por exemplo). Os principais tipos são vistos a seguir.

3.3.1. Opção de Adiar um investimento (opção de espera)

Suponha-se que a Petrobras tem direitos exclusivos sobre o projeto GTL durante os próximos N anos, e que o valor presente dos fluxos de caixa pode variar ao longo do tempo.

Se o investimento para o projeto GTL tiver um VPL negativo ou positivo mas não o suficiente para ser ótimo o exercício imediato, existe a possibilidade de esperar até N anos para executá-lo caso ele se torne suficientemente atrativo.

Devido à incerteza em relação aos fluxos de caixa futuros (decorrente das incertezas em relação aos preços futuros dos *inputs* e *outputs*), este investimento pode tornar-se um projeto economicamente viável (ou de maior valor) se a firma esperar para realizar o projeto, quando os cenários do mercado sejam mais favoráveis.

Nesta dissertação não será considerada a opção de espera no projeto GTL.

3.3.2. Opção de Expansão

Como exemplo assumamos que o valor presente do projeto GTL seja V , e que existe no futuro a possibilidade de seu valor ser aumentado em um fator “ z ” ($z > 1$) (atendendo possivelmente a uma maior demanda), mas é necessário um investimento K para poder fazer essa ampliação. Assim, na data futura quando se decida ampliar ou não, a empresa aproveitará a oportunidade de investir só se o valor presente dos fluxos de caixa esperados excede o custo de investimento.

3.3.3. Opção de Redução

Caso as condições de mercado se tornem desfavoráveis, o gerente do projeto pode optar por reduzir a escala das operações, diminuindo assim os custos necessários para operar o projeto.

O projeto GTL é inovador no Brasil, e conseqüentemente deverá ser adaptado para possuir uma grande flexibilidade tanto de redução como de expansão de escala. Por exemplo, poderia ser preferível construir uma planta com custos mais baixos de construção e custos maiores de manutenção, com o objetivo de adquirir a flexibilidade de reduzir as operações (e a subsequente redução nos custos de manutenção) no caso de cenários desfavoráveis de mercado.

3.3.4. Opção de Paralisação Temporária das Operações

Em determinadas circunstâncias, pode ser apropriado suspender temporariamente as operações, principalmente se os custos de troca entre os modos de operação e de suspensão das operações são pequenos. Se os preços dos produtos finais aumentarem o suficiente (ou das matérias primas baixarem), as operações podem ser retomadas.

3.3.5. Opção de Abandono

Outra opção real existente em alguns projetos é a opção de abandono, que é exercida quando os fluxos de caixa gerados pelo projeto não atendem às expectativas iniciais. Nesse caso, ao abandonar o projeto, a empresa recupera parte do investimento inicial realizado. Digamos que em algum cenário o projeto GTL se torne antieconômico, então seria interessante avaliar a alternativa de vender os ativos. Talvez aquela venda seja mais rentável do que manter o projeto vivo.

3.3.6. Opção de Troca de Uso

Uma fábrica pode vir a ser projetada para operar usando diferentes *inputs*. No caso do projeto GTL pode trabalhar com diferentes matérias primas tais como:

- ✚ Gás natural,
- ✚ Óleo-pesado;
- ✚ Glicerina;
- ✚ Resíduo de vácuo e
- ✚ Torta da biomassa.

O fato de a planta ter flexibilidade na utilização dos diferentes *inputs* agregara valor ao projeto uma vez que vai permitir escolher, nos diferentes períodos, aquele que esteja mais barato. De fato, a empresa deve estar disposta a pagar um determinado prêmio positivo para ter direito a esta flexibilidade, que pode representar uma vantagem competitiva significativa.

Existe flexibilidade quanto à produção dos produtos finais, que permite à empresa escolher entre as diferentes combinações de produção aquela que é a mais lucrativa em um determinado período, seja porque seu preço no mercado aumentou ou porque houve um incremento na demanda.

Esta opção é mais valiosa em setores industriais onde o preço das matérias primas possui grande volatilidade ou em casos aonde exista o risco de uma determinada matéria prima faltar no mercado, que é o caso o Gás Natural. Nesses casos, pode ser mais rentável instalar uma fábrica com maior investimento inicial, mas que tenha uma flexibilidade na entrada que permita alterar entre diferentes *inputs*.

O exemplo a seguir ilustra o caso de uma planta com a possibilidade de alternar seu modo de operação (ou usa a tecnologia A ou a tecnologia B) em determinados pontos de decisão ($t=0, 1,2$).

Dados:

- ✚ Taxa livre de risco: 8% a.a,
- ✚ Probabilidade artificial neutra ao risco dos preços subirem: 40% a.a e
- ✚ Probabilidade artificial neutra ao risco dos preços caírem: 60% a.a.
- ✚ Não existe custo ao se trocar de insumo.

Considera-se primeiro o caso em que os projetos são rígidos, ou seja, ou usa-se a tecnologia **A** ou a **B**.

Suponha que a tecnologia **A** gere os seguintes fluxos de caixa em cada ano:

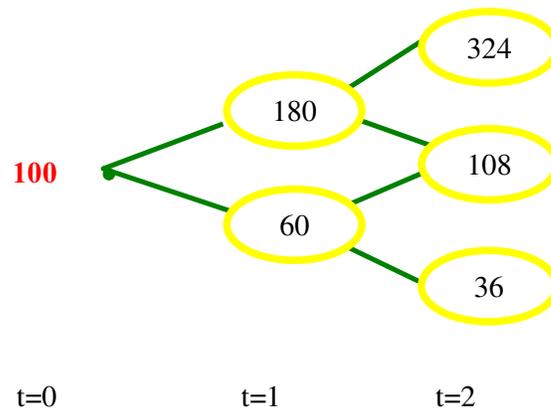


Figura 3.8: Fluxo de caixa gerado pela tecnologia A

$$NPV (A) = 100 + E [t1] * (1,08)^{-1} + E [t2] * (1,08)^{-2}$$

$$NPV (A) = 100 + 100 + 100 = 300$$

Suponha que a tecnologia **B** gere os seguintes fluxos de caixa em cada ano:

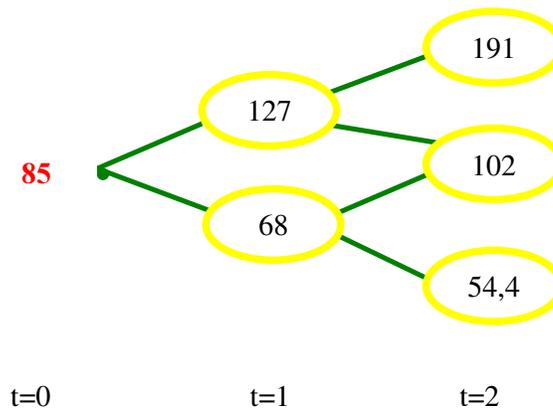


Figura 3.9: Fluxo de caixa gerado pela tecnologia B

$$\text{NPV (B)} = 85 + E[t1] \cdot (1,08)^{-1} + E[t2] \cdot (1,08)^{-2}$$

$$\text{NPV (B)} = 85 + 85 + 85 = 255$$

Considere agora a flexibilidade de operação, na qual se pode trocar tecnologia A pela B e vice versa, qual será o valor da nova planta?

O valor da nova planta (com flexibilidade, $\text{NPV}_{\text{expandido}}$) será maior do que o maior valor das plantas sem flexibilidade:

$$\text{NPV}_{\text{expandido}} \geq \text{Max} [\text{NPV (A)}, \text{NPV (B)}]$$

Onde:

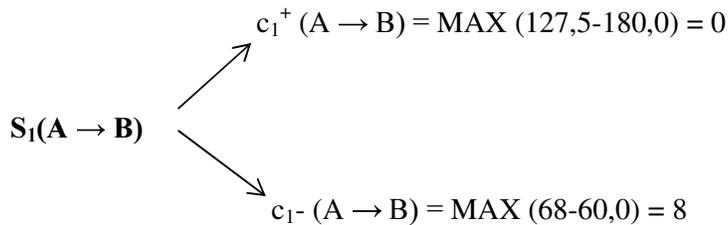
$$\text{NPV}_{\text{expandido}} = \text{NPV (A)} + \underbrace{F (A \rightarrow B)}$$

*Valor da flexibilidade
de trocar de A para B*

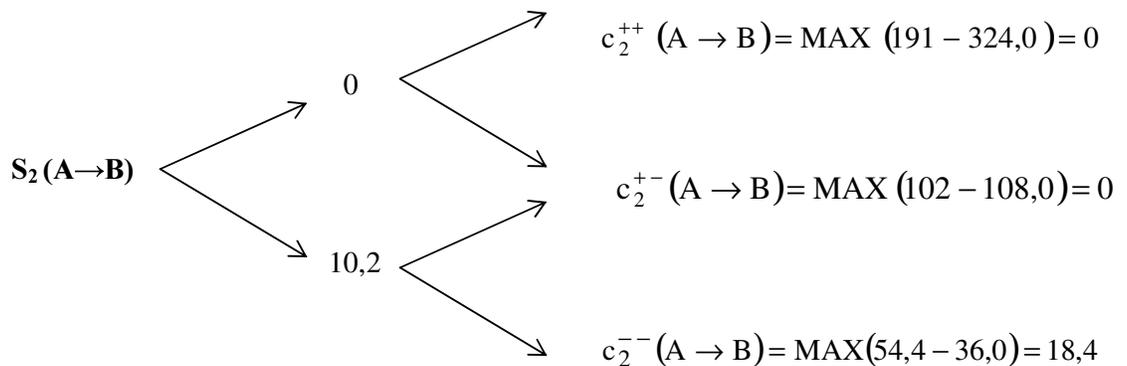
As opções de troca de uso nesse caso serão européias, pois só podem ser exercidas em determinados períodos. E o valor da opção de troca de uso será a soma das 3 opções européias de trocar de A para B denotadas por $S_t(A \rightarrow B)$ nos anos 0, 1 e 2 respectivamente.

$$F(A \rightarrow B) = S_0(A \rightarrow B) + S_1(A \rightarrow B) + S_2(A \rightarrow B)$$

$$S_0(A \rightarrow B) = \text{MAX}(85-100,0) = 0$$



$$S_1(A \rightarrow B) = \frac{p c_1^+(A \rightarrow B) + (1-p) c_1^-(A \rightarrow B)}{1+r} = \frac{0,4 \times 0 + 0,6 \times 8}{1,08} = 4,4$$



Sendo assim, o valor da opção de *swith use* será:

$$F(A \rightarrow B) = S_0(A \rightarrow B) + S_1(A \rightarrow B) + S_2(A \rightarrow B)$$

$$F(A \rightarrow B) = 0 + 4,4 + 5,7 = 10,1$$

E o valo da nova planta:

$$NPV_{\text{expandido}} = 300 + 10,1 = 310,1$$

3.3.7.

Opção de Investimento em Informação

No setor de petróleo, por exemplo, as duas principais fontes de incerteza são:

- ✚ Incerteza com relação ao mercado, representada principalmente pelo preço do petróleo e
- ✚ Incerteza técnica, que se refere basicamente ao volume e à qualidade da reserva.

Neste cenário, o investimento em informações adicionais é uma alternativa bastante interessante tanto para o desenvolvimento de campos de petróleo como para a espera por melhores condições de mercado.

3.4. Análise Clássica X Análise com Opções Reais

Um dos principais problemas que as firmas enfrentam no seu dia a dia é o de decidir se investem ou não em determinados projetos. E muitas vezes a permanência de tais firmas no mercado depende destas conseguirem responder a essa questão de forma correta. Sendo assim, surge o problema, como uma firma toma a decisão de investir ou não em um projeto?

O método de análise clássica pode levar a um resultado errôneo, uma vez que não leva em conta a flexibilidade gerencial e todas as opções que existem em um projeto. A seguir será feita uma breve descrição de como essa análise é feita:

- ✚ Projeta-se o fluxo de caixa futuro esperado do projeto;
- ✚ Determina-se a taxa de desconto apropriada (que leve em conta o risco e a estrutura de capital do projeto) para trazer os fluxos de caixa a valor presente;
- ✚ Calcula-se o Valor Presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto; e
- ✚ Subtrai-se do valor presente dos fluxos de caixa o custo de implementação, e assim obtemos valor presente líquido (**VPL**) do investimento.

Caso o VPL seja maior do que zero o investimento será feito, caso contrário o investimento não será feito.

$$VPL = \sum_{K=1}^N \frac{E(FC_K)}{(1 + \mu)^K} - I$$

Onde:

- ✚ N= número de períodos;
- ✚ μ = taxa de desconto ajusta ao risco; e
- ✚ $E(FC_K)$ = valor esperado do fluxo de caixa líquido no período K.

Porém esta regra do VPL não captura pontos importantes, entre eles a flexibilidade gerencial de rever e adaptar suas decisões após o investimento em resposta a variações inesperadas do mercado. Ou seja, a teoria clássica supõe que o investidor inicia o projeto imediatamente (não captura a opção de esperar) e que o opera continuamente (não captura a opção de abandonar) a uma dada escala (não captura a opção de contrair ou expandir) até o fim da sua vida útil.

Pela análise clássica quanto maior for o nível de incerteza mais baixo será o valor do ativo. Com a teoria das OR o oposto ocorre, o aumento da incerteza pode levar a um alto valor do ativo caso os gerentes sejam capazes de identificá-las.

Aqui fica claro como a teoria das OR pode auxiliar na análise de investimento, com a teoria das OR o gerente é capaz de capturar todas essas opções existentes em um projeto que a teoria clássica não captura. Ou seja, a teoria das OR reais captura a flexibilidade gerencial, a capacidade dos gerentes se adaptarem as novas informações que chegam com o passar do tempo. Essa flexibilidade gerencial de se adaptar ao futuro introduz uma assimetria na distribuição de probabilidade do VPL, essa flexibilidade aumenta o valor verdadeiro da oportunidade de investimento, uma vez que aumenta o potencial de ganhos e limita as perdas. Na ausência dessa assimetria a distribuição do VPL é simétrica.

Uma das questões mais importantes da teoria das OR é como ela fornece uma imediata e importante perspectiva do valor criado em um mundo incerto.

Nesse ponto surge a seguinte questão: como analisar um investimento com todos esses aspectos importantes? Como fazer uma análise de investimentos levando em conta todas as flexibilidades existentes no projeto?

Pode-se fazer isso pensando em uma oportunidade de investimento como uma coleção de opções reais. O proprietário de uma oportunidade de investimento tem o direito, mas não a obrigação de investir no projeto, ele também tem o direito de esperar e investir mais tarde, ele tem a opção de expandir a escala de produção ou de contrair, ele tem a flexibilidade de abandonar o projeto, ou de fazer uma parada temporária e pode também trocar por uma alternativa melhor.

A tabela abaixo faz uma síntese das diversas opções existentes em um projeto.

Opções	Put/Call
Diferir	Call option
Abandonar	Put option
Contrair	Put option
Expandir	Call option
Switch Use	Put option

Tabela 3.2: Opções Existentes em um projeto de Investimento

O valor do projeto considerando todas as opções existentes será:

$$\text{NPV}^* = \text{NPV} + \text{Prêmio da Opção}$$

As OR possuem 2 componentes que os gerentes estão acostumados a usar.

1. As opções são decisões *contingentes*. Uma opção representa a oportunidade de tomar uma decisão após se ver como os eventos desdobraram-se. Caso o evento tenha se desdobrado bem o gerente irá tomar uma decisão e caso ele tenha-se desdobrado mal, a decisão tomada será outra. Isso faz com que o *payoff* de uma opção seja não linear, ele muda de acordo com as suas decisões. O oposto ocorre com as decisões fixas (o que ocorre no caso clássico), aonde não importa como os eventos se desdobrem, o gerente sempre toma as mesmas decisões.

2. As opções como uma forma de pensar podem ser usadas para projetar e organizar estratégias de investimento. O *payoff* não linear também pode ser uma ferramenta. Como o investidor pode reduzir sua exposição ao risco? Como o investidor pode aumentar seu *payoff* caso tenha uma produção boa? O primeiro passo é identificar e avaliar as opções em uma estratégia de investimento. O segundo passo é reprojeter o investimento usando as opções e o terceiro passo é organizar o investimento através das opções criadas.