

13

GESTÃO EMPRESARIAL
ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

INTRODUÇÃO A OPÇÃO REAIS



13

ANÁLISE DE INVESTIMENTOS INTRODUÇÃO A OPÇÃO REAIS



OBJETIVOS DA UNIDADE DE APRENDIZAGEM

Apresentar os Fundamentos do uso das Opções Reais.



COMPETÊNCIAS

Analisar projetos sob uma perspectiva de opções reais.



HABILIDADES

Diferenciar modelos estáticos de modelos dinâmicos.

APRESENTAÇÃO

Qual deve ser a reação de um gestor quando um projeto, em um primeiro momento, não é viável devido à incerteza? Essa pergunta introduz a teoria das opções reais como alternativa de avaliação de projetos de investimentos em situações de incerteza. Normalmente, as empresas abortam os projetos com níveis elevados de incerteza. O uso das opções reais auxilia o gestor/analista a identificar opções dentro dos projetos que, a princípio, não são viáveis. Essas opções se traduzem em modelos que permitem o gestor adiar um projeto enquanto chegam novas informações, flexibilizar ou interromper temporariamente um projeto. A relevância dessa teoria está no apoio que ele oferece ao gestor em buscar alternativas para projetos com níveis elevados de incerteza.

PARA COMEÇAR

Antes de iniciarmos a Unidade de Aprendizagem de hoje, gostaríamos que você observasse uma pequena passagem de uma situação em análise de investimentos:

Um empresário estava bastante frustrado com uma decisão que tomara cinco anos atrás. Na ocasião, o Sr. Takamura analisava a viabilidade de investir em um hotel na região serrana “Detrás dos Montes”, uma região muito bonita e com clima agradável. Pelo investimento necessário, o hotel precisaria de 2000 hóspedes por ano para promover um VPL positivo. O Sr. Nakamura convidou então um amigo, o Sr. Tahara para ajudá-lo na decisão e ser um sócio com 50% do capital. O Sr. Tahara estava emocionado com o convite e empolgou-se muito com a decisão.

A principal dúvida estava sobre a demanda de 2000 hóspedes. Esse volume dependeria da melhoria do acesso à região que era bastante precário. O governo estava

planejando desenvolver uma nova rodovia que poderia no futuro não atender a região “Detrás dos Montes”. Essa incerteza provocou a desistência do Sr. Takamura, mas fez o Sr. Tahara pensar mais sobre o investimento. De fato o Sr. Tahara entendeu a decisão do amigo, mas sabia que o projeto era interessante, desenhou várias alternativas, mas não conseguiu convencer a configuração da sociedade. O Sr. Tahara adotou a seguinte opção: O projeto é incerto, mas tem potencial. Como é possível conciliar a incerteza com essa potencialidade? O Sr. Tahara decidiu desenvolver o hotel em várias etapas e a medida que a demanda aumentava, ele expandia os investimentos. Ele sabia que caso o projeto não desse certo, as perdas seriam bem menores. Alguns anos mais tarde o Sr. Takamura, visitou o amigo e entendeu melhor a proposta que recebera cinco anos atrás e se arrependeu da decisão e disse ao Sr. Tahara:

- Tahara, agora eu entendo a sua proposta: distribuir os investimentos em função do tempo e à medida que o negócio se desenvolve, novos recursos são direcionados. Também posso observar que você flexibilizou o negócio. Além de hóspedes, você também promove eventos nas instalações. Eu devia ter pensado melhor na época.

Essa Unidade de Aprendizagem tem o objetivo de ajudar você a compreender melhor os processos decisórios em situações onde o nível de incerteza em projetos de investimentos é elevado. Vamos entender que podemos desenvolver métodos que possam capturar eventuais flexibilidades que os projetos possam apresentar.

Nós discutimos muito com você sobre o processo de avaliação de investimentos com algum rigor matemático. Esse rigor representa que quando um projeto possuir VPL negativo, ele não deve ser aceito. Na prática, podemos afirmar que as empresas se apoiam muito no VPL. Para os gestores financeiros, as melhores decisões são aquelas baseadas no VPL positivo e complementada pela TIR e *payback descontado*.

Mas imagine um projeto com um VPL negativo. Pelas nossas explicações, você deveria simplesmente abortar esse projeto. Agora imagine se esse projeto está com VPL negativo simplesmente porque você não tem informações suficientes para avaliá-lo, mas você acredita que em breve o mercado pode mudar e o projeto poderá ser viável.

Vamos usar o exemplo citado por Brealey et al (2008): um investidor pode comprar uma área repleta de minério de ouro, mas o preço do metal está tão baixo no mercado que iniciar a exploração nesse momento seria inviável (com certeza um VPL negativo). Então o investidor pode adquirir a área e esperar até que o preço do ouro aumente no mercado e viabilize o projeto.

Observe que nesse caso o investidor não desistiu do projeto simplesmente porque o VPL era negativo, mas ele percebe que o VPL negativo é fruto de um contexto e que em breve o mercado pode mudar e o projeto pode ser viável. Nesse caso o investidor tem a **opção** de esperar ou adiar o projeto.

O foco da teoria das opções em projetos de investimentos é oferecer uma visão complementar para que você analise seus projetos quanto as opções que o mercado oferece para o negócio no futuro.

Faz parte da competência de um gestor buscar flexibilidade para os projetos de investimentos. Embora a empresa deseje obter sempre VPL positivos, ela não quer perder oportunidades. É um paradoxo.

Nós vamos oferecer duas Unidade de Aprendizagem sobre o uso das opções reais na área análise de investimentos. Nessa primeira Unidade de Aprendizagem o foco é apresentar os fundamentos e a relação com área financeira e na Unidade de Aprendizagem posterior, vamos complementar alguns modelos matemáticos e algumas formas de flexibilização de projetos de investimentos.

FUNDAMENTOS

1. INTRODUÇÃO

Brealey et al (2008) mencionam que as empresas buscam formas de flexibilizar as suas decisões com o objetivo de reduzir os riscos sem perder oportunidades.

Os autores reforçam essa afirmação com um exemplo. Uma empresa de produtos de derivados de carne está com receio dos preços do boi gordo subirem no mercado e ela ser obrigada a elevar os preços dos seus produtos e perder consumidores. Ela pode impor um limite ao preço do boi (KG) comprando boi vivo por um preço fixo. Observe que a variação de preço influencia as decisões tanto do comprador quanto do vendedor.

Vamos exemplificar:

Imagine que o preço do boi gordo hoje no mercado esteja em torno de \$20,00/kg. Esse preço permite o pecuarista ter uma margem de lucro razoável com a produção de carne e também permite que a empresa que produz derivados de carne tenha um custo de produção coerente com os seus preços de venda. Ambos estão satisfeitos com o preço.

Mas, o comportamento dos preços no futuro é uma incógnita. A demanda por carne pode aumentar e os preços podem subir. Preços mais altos favorecem o pecuarista e prejudicam a empresa que produz derivados de

carne. As exportações de carne podem cair e os preços podem despencar no mercado. Nesse caso, o pecuarista é prejudicado enquanto a empresa é favorecida.

As oscilações de preços podem prejudicar ou favorecer os dois lados. Mas se tanto o pecuarista quanto a empresa que produz os derivados forem clientes, elas poderiam fechar um contrato com os preços atuais e exercer a opção de compra no futuro? Certamente sim, pois é interessante para os dois lados. Vamos detalhar mais essas opções de compra e venda para que você possa refletir melhor sobre o mundo das opções.

2. CONCEITOS BÁSICOS

No exemplo citado acima, a respeito do fabricante de derivados de carne e um pecuarista, esse contrato fechado no presente para ser exercido no futuro é chamado de opção. Uma opção é um contrato entre duas partes que dá ao seu comprador **um direito**, mas **não a obrigação** de comercializar uma quantidade fixa de determinado ativo (produto).

Minardi (2004) complementa que o ato de realizar a transação é denominado de **exercício de opção**, o preço estabelecido é o preço de exercício e a data determinada é o vencimento ou o exercício. A autora complementa que existem dois tipos de opções:

1. **Opção de compra ou *call***: sua compra dá o direito de comprar uma quantidade predeterminada de um ativo-objeto, a um preço de exercício em uma data de exercício determinada;
2. **Uma opção de venda (*put*)**: sua compra dá direito de vender uma quantidade predeterminada de um ativo-objeto a um preço de exercício e em uma data de vencimento determinada.

Vamos citar um exemplo para facilitar o seu entendimento:

Vamos supor que o fabricante de derivados de carne tenha comprado uma opção de compra de carne cujo preço de exercício é de \$20. Se na data de vencimento o preço de mercado for de \$18, o fabricante não exercerá a opção de compra pelo preço de \$20 e vai comprar a carne do mercado por um preço mais baixo. Caso o preço fosse \$22, a empresa exerceria a opção de compra. No primeiro exemplo o *payoff* é de 0 e no segundo caso o *payoff* é de \$2.

Observe que a empresa tem o direito, mas não a obrigação de compra.

Brealey et al (2009) e Minardi (2004), argumentam que o valor de uma opção é determinado por algumas variáveis básicas:

1. O preço atual de mercado do ativo (S);

2. O preço de Exercício (X);
3. O prazo até o vencimento da opção (t);
4. A volatilidade do preço do ativo (variação) δ ;
5. A taxa de retorno livre de risco (μ).

Minardi (2004) complementa que cada uma das variáveis pode ser explicada da seguinte forma:

3. PREÇO CORRENTE E PREÇO DE EXERCÍCIO

O *payoff* de uma opção de compra é a diferença entre o preço atual (S) e o preço de exercício (X) ou (S - X). Quanto maior o valor de S em relação a X, maior será o valor da opção de compra. E quanto maior for o preço de exercício X em relação a S, menor será o valor da opção de compra. O *payoff* de uma opção de venda é a diferença entre (X - S).

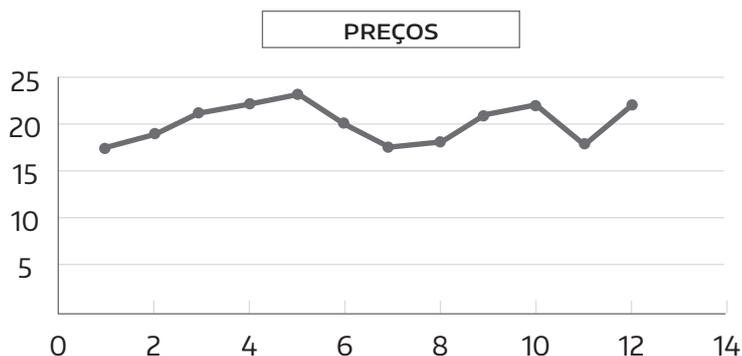
4. VOLATILIDADE DO PREÇO DE UM ATIVO

A variação dos preços de um ativo ou produto no mercado geram preços médios e um determinado desvio padrão. Uma volatilidade elevada representa que o dono de uma opção poderá ter grandes lucros ou grandes prejuízos, devido a variação elevada dos preços. A volatilidade é um elemento de extrema importância no mundo das opções. Noções básicas de estatística são importantes para mensurar a volatilidade de um ativo. Imagine que os preços da carne tenham sofrido as seguintes variações:

Tabela 1. Preços de doze meses de um produto.
Fonte: Autor.

MÊS	PREÇOS
janeiro	17,50
fevereiro	19,00
março	21,00
abril	22,00
maio	23,00
junho	20,00
julho	17,50
agosto	18,00
setembro	21,00
outubro	22,00
novembro	18,00
dezembro	22,00

Figura 1.
Comportamento do preço de um ativo em doze meses.
Fonte: Autor.



Se olharmos os preços de mercado da carne, vamos observar que ela teve um preço mínimo durante o ano de \$17,50 e máximo de \$22,00. Portanto, uma variação significativa. Essa variação afeta a decisão de um investidor.

Para medir de forma básica a variação, vamos fazer alguns cálculos estatísticos:

→ **Média:**

→ Se somarmos os preços de todos os meses e dividirmos por 12, teremos um preço médio de \$20,08 (some tudo e divida por 12):

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{17,50 + 19 + 21 + 22 + 23 + 20 + 17,50 + 18 + 21 + 22 + 18 + 22}{12}$$

$$\bar{x} = 20,08$$

→ **Variância da amostra:**

→ A variância consegue mensurar o quanto cada preço varia em torno da média. Observe a Tabela 2.

Tabela 2. Cálculo da variância da amostra
Fonte: Autor.

MÊS	PREÇOS (x)	PREÇO MÉDIO (\bar{x})	DESVIO DA MÉDIA (x - \bar{x})	DESVIO AO QUADRADO (x - \bar{x}) ²
janeiro	17,50	20,08	-2,58	6,66
fevereiro	19,00	20,08	-1,08	1,17
março	21,00	20,08	0,92	0,85
abril	22,00	20,08	1,92	3,69
maio	23,00	20,08	2,92	8,53
junho	20,00	20,08	-0,08	0,01
julho	17,50	20,08	-2,58	6,66
agosto	18,00	20,08	-2,08	4,33
setembro	21,00	20,08	0,92	0,85
outubro	22,00	20,08	1,92	3,69
novembro	18,00	20,08	-2,08	4,33
dezembro	22,00	20,08	1,92	3,69
				44,42

Temos uma coluna com os preços da carne (x). Na sequência colocamos o preço médio da carne durante o período (\bar{x}). A coluna *desvio da média* ($x - \bar{x}$) mede a diferença entre o preço de cada mês e a média. Nessa coluna precisamos saber o quanto cada preço se afasta da média. Quanto maior esse afastamento, maior a variação.

Na última coluna *desvio ao quadrado* ($(x - \bar{x})^2$), elevamos todos os desvios da média ao quadrado. Após a exponenciação, somamos o total da coluna (44,42) e desenvolvemos a equação da variância:

$$\text{Variância} = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1} = \frac{44,42}{12 - 1} = 4,04$$

→ **Desvio Padrão:**

→ O desvio padrão é obtido pela raiz quadrada positiva da variância:

$$\delta = \sqrt{4,04} = 2$$

Com os valores da média, variância e desvio padrão é possível saber a volatilidade de um ativo. Quanto maior o desvio padrão de um ativo, maior a variação.

Vamos voltar para a explicação dos elementos determinantes do valor de uma opção.

→ **Prazo até o vencimento:**

→ Quanto maior o prazo até o vencimento de uma opção, maior a exposição de um ativo à variação de preços. Quanto maior o período, maior a probabilidade de fatos diversos ocorrerem.

→ **Taxa de juros:**

→ Quanto maior a taxa de juros menor será o valor presente do preço de exercício. Observe que no mercado de futuro, um produtor ou comprador pode comprar uma opção hoje acreditando que os preços no futuro sofrerão alterações e eles estarão protegidos devido à opção. Tanto o comprador ou o vendedor pode ou não exercer a opção de compra. Eles não são obrigados a comprar a opção. Nós queremos associar a forma de pensar com os investimentos. Um investidor tem a opção, mas não a obrigação de investir em um determinado ativo.

5. ASSOCIAÇÃO DAS OPÇÕES REAIS COM O FLUXO DE CAIXA DESCONTADO

Nessa seção, nós vamos apresentar uma forma de associar o modelo de análise de investimento com fluxo de caixa descontado com as opções reais. Um projeto de investimento pode ser associado com uma **opção de compra**, porque a empresa tem o direito, mas não a obrigação para adquirir nos ativos operacionais, como já mencionamos anteriormente.

Alguns financistas costumam encontrar no mercado um tipo de opção para associar com o investimento planejado. Por exemplo, se o empresário deseja investir em ativos para processar derivados de carne, ele poderia usar o produto **carne** como opção. Essa associação nem sempre é possível por isso vamos criar a nossa própria.

O primeiro passo é associar as variáveis que definem o preço de uma opção com as variáveis utilizadas na análise de investimento com o fluxo de caixa descontado. A Tabela 3 apresenta a associação entre as variáveis.

Tabela 3. Associação entre os elementos de um fluxo de caixa descontado e das opções de compra. Fonte: Adaptado de Luherman (1998).

ELEMENTOS UTILIZADOS NO FLUXO DE CAIXA DESCONTADO	VARIÁVEL	ELEMENTOS UTILIZADOS NA OPÇÃO DE COMPRA
Valor presente do fluxo de caixa do projeto	S	Preço atual do ativo
Investimento inicial	X	Preço de exercício
Tempo de retorno	T	Prazo até o vencimento da opção
Taxa de retorno	μ	Taxa de juros livre de risco
Risco do projeto	δ	Volatilidade

Vamos nesse momento fazer uma comparação com o VPL:

O VPL é igual a diferença entre o (-) investimento inicial (+) fluxo de caixa descontado do projeto.

Substituindo conforme Tabela 3:

O **investimento inicial** é igual ao **preço de exercício** (X) enquanto que o **preço atual do ativo** é igual ao **valor presente do fluxo de caixa** (S).

Então podemos representar que o $VPL = S - X$ (nesse caso o *payoff* é o valor do VPL).

Quando o tempo de retorno for igual a 0 ($t = 0$), a volatilidade e a taxa de juros não afetam o valor da opção de compra. Somente S e X interessam.

Observe que investir em um projeto significa exercer uma opção. Quando o VPL for positivo, a empresa aumenta o seu valor ao decidir pelo investimento. Quando o VPL for negativo, a empresa prefere não investir. Nesse caso o valor da opção é zero.

A análise do fluxo de caixa descontado fornece informações sobre variáveis importantes para análise das opções reais, principalmente o valor de S e X .

Mas em que momento os dois métodos (fluxo de caixa descontado e opções reais) divergem?

Um ponto muito sensível entre os dois modelos emerge quando o investidor decide esperar para investir. Quando é possível esperar para investir, duas fontes potenciais de valor surgem:

- **A primeira fonte de valor** é que sempre preferimos desembolsar pelos recursos mais tarde. Enquanto a empresa espera para desembolsar algum valor, ela pode buscar alguma remuneração em outras aplicações;
- **A segunda fonte de valor** se refere ao seguinte comportamento: enquanto a empresa espera, as condições de mercado mudam e a empresa pode aproveitar melhor as oportunidades ou se defender das ameaças.

Existe um valor adicional (prêmio) a ser pago pela decisão de esperar. Esse valor adicional não pode ser calculado utilizando o VPL. Nesse caso as opções reais permitem quantificar esses valores adicionais. Mas novas métricas são necessárias.



PAPO TÉCNICO

A divergência entre o método do fluxo de caixa descontado e as opções reais se encontra na necessidade do investidor adiar decisões de investimentos. O VPL **não consegue capturar monetariamente a opção de adiar.**

6. QUANTIFICANDO O VALOR ADICIONAL

A primeira fonte de valor que a empresa pode ter interesse refere-se a possibilidade de poder esperar para investir (investir mais tarde). Enquanto a empresa espera, ela pode direcionar o capital para uma aplicação financeira e ganhar juros. O valor que deve ser considerado é o valor do investimento inicial (X). Esse valor deve ser descontado pela taxa de juros que a empresa ganharia na aplicação. Na notação das opções reais é o valor X . Ao descontar o investimento inicial X temos o valor presente de X ou $VP(X)$.

Para calcular o valor presente, precisamos descontar o investimento inicial com uma taxa de juros e um tempo que acreditamos que o projeto possa esperar.

EXEMPLO

Uma empresa está analisando um projeto de investimento. Ela quer investir \$100.000,00 (X) e os fluxos de caixa descontados totalizam 96.500,00. Como as entradas são menores que o investimento inicial, o VPL é negativo (-3.500,00). O empresário acha que em dois anos o mercado deve melhorar e decide aplicar o dinheiro (adiar). Vamos ver se é uma decisão coerente?

Como ele vai aplicar o investimento inicial por dois anos (\$100.000,00) a uma taxa de 12,5% ao ano, vamos atualizar esse valor:

$$PV(X) = \frac{X}{(1 + u)^t} = \frac{100.000}{1,125^2} = 79.012,35$$

Temos agora duas informações diferentes:

O valor presente da empresa é de 96.500,00

O valor presente do investimento inicial é 79.012,35

Se quisermos agora avaliar o valor adicional, **com a opção de adiar**, podemos calcular o $VPL_{\text{modificado}}$.

$$VPL_{\text{modificado}} = S - VP(X) = 96.500,00 - 79.012,35 = 17.487,65$$

Análise do VPL padrão apresenta um VPL negativo de -\$3.600,00. Ao esperar, o investidor tem um $VPL_{\text{modificado}}$ de 17.487,65 positivo.

A expressão $VPL_{\text{modificado}}$ não é uma métrica muito utilizada pelas financeiras. Eles preferem utilizar VPL_q × O VPL_q é obtido ao dividir $S/PV(X)$.

$$VPL_q = 96.500,00 / 79.012,35 = 1,22$$

A interpretação do VPL_q é simples.

- Quando $VPL_q > 1$ representa que o VPL é positivo (nosso caso);
- Quando $VPL_q = 1$ representa que o VPL é igual a 0;
- Quando $VPL_q < 1$ representa que o VPL é negativo.

A segunda fonte de valor refere-se à volatilidade. Enquanto o tempo passa, o mercado sofre modificações e variações ocorrem. Essas variações

provocam mudanças nos valores dos ativos. A mensuração da volatilidade costuma ser uma tarefa árdua como vimos na variação dos preços da carne.

A variância pode ser obtida pelo valor máximo e mínimo de retornos possíveis. Por exemplo, em pensamento otimista, o retorno de investimento possível poderia atingir 19%, em uma situação pessimista, 13% e a mais provável de 16%.

Esses valores geram um máximo de 19%, uma média de 16% e um mínimo de 13%. Dessa distribuição temos uma variância de 9 e um desvio padrão de 3.

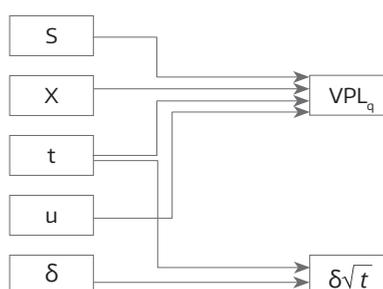
Temos um desvio padrão de 3% para indicar a volatilidade. É importante observar que a volatilidade também é influenciada pelo fator tempo. Mesmo com um desvio padrão de 3%, se a empresa esperar dois ou dez anos a volatilidade não pode ser a mesma, pois quanto maior o prazo maior o risco.

Então precisamos entrar com o conceito da volatilidade acumulada. Essa volatilidade acumulada representa o desvio padrão e o tempo envolvido. Ela pode ser calculada pela multiplicação do desvio padrão e a raiz quadrada do tempo:

$$\delta\sqrt{t} = 3\sqrt{2} = 4,24\%$$

Somente as duas informações VPL_q e $\delta\sqrt{t}$ são suficientes para cálculo da opção de compra. Os valores adicionais podem ser calculados a partir dos novos parâmetros. Observe a Figura 2 como os elementos que determinam o valor da opção de compra são convertidos em VPL_q e $\delta\sqrt{t}$.

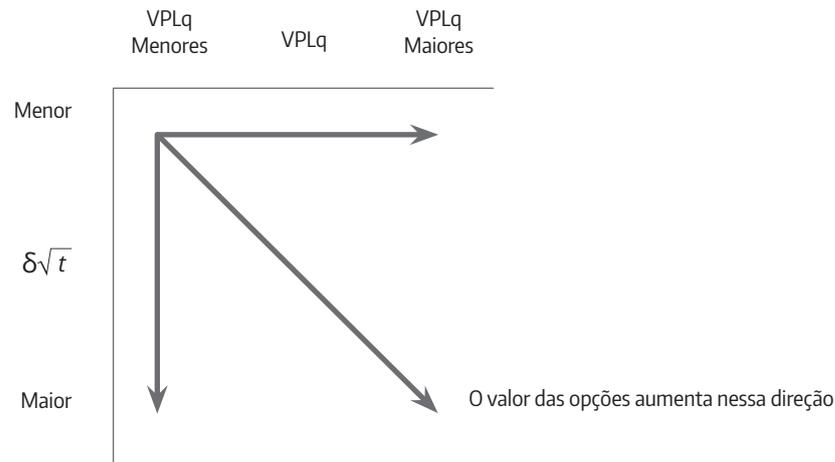
Figura 2. Elementos para composição de VPL_q e $\delta\sqrt{t}$.
Fonte: Adaptado de Luherman (1998).



Com as duas informações é possível avaliar a opção de compra. A associação das duas variáveis acontece da seguinte forma: O valor da opção de compra tende a aumentar quando encontramos valores maiores de VPL_q e $\delta\sqrt{t}$. Fatores que afetem X ou S tendem a aumentar ou diminuir o VPL_q . Se a empresa esperar decidir pelo investimento e aplicar o dinheiro a altas taxas de juros, o valor de X tende a diminuir, aumentando o valor de VPL_q . A volatilidade acumulada tende a aumentar com um tempo maior.

Aumento na variância e no tempo. A Figura 3 ilustra a direção de mudança nas variáveis e o respectivo efeito no valor das opções de compra.

Figura 3.
Deslocamento do VPLq e $\delta\sqrt{t}$ e a influência no valor da opção de compra.
Fonte: Autor.



O valor das opções de compra normalmente é determinado pelo modelo de Black-Scholes. Luehrman (1997) propõe uma simplificação do uso do modelo através da construção de uma tabela que contém índices calculados pelo modelo Black-Scholes para vários níveis de VPLq e $\delta\sqrt{t}$. Esses valores já foram calculados:

Os valores de **VPLq = 1,22 e $\delta\sqrt{t} = 4,24$ (com arredondamento 4 e 1,25)**.

Para utilizar a Tabela 4 você deve proceder da seguinte forma. Ao buscar as colunas (vertical), você encontrará a coluna correspondente. A última coluna possui o valor que mais se aproxima do VPLq do nosso exemplo. As linhas da tabela (horizontal) expressam o desvio padrão. Ao localizarmos os dois valores na Tabela 4, encontramos o valor de 20%. Esse valor representa o valor adicional do projeto.

O valor do nosso projeto é o valor presente do fluxo de caixa de \$96.500,00 (S). Então o valor adicional é de \$19.300,00.

Observe que o VPL era negativo em -\$3.500,00. Com a opção de adiar o valor adicional foi de \$19.300,00.

Você poderia perguntar nesse momento: É comum as opções reais superarem o VPL? Nós diríamos que os dois métodos possuem convergência e se complementa, mas as opções reais se tornam importantes nas seguintes situações:

- Os investimentos admitem revisões durante a sua vida útil;
- As oportunidades estratégicas do investimento são mais importantes que a análise do fluxo de caixa isolada;
- As informações disponíveis no mercado não são suficientes para tomar uma decisão e esperar é mais interessante.

VPLq

	%	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,25
0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3	0,6	1,2	2,0	3,1	4,5	6,0	7,5	20,0
0,10	-	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	1,7	2,3	3,1	4,0	5,0	6,1	7,3	8,6	20,0	
0,15	0,5	0,7	1,0	1,3	1,7	2,2	2,8	3,5	4,2	5,1	6,0	7,0	8,0	9,1	10,2	20,4	
0,20	1,5	1,9	2,3	2,8	3,4	4,0	4,7	5,4	6,2	7,1	8,0	8,9	9,9	10,9	11,9	21,2	
0,25	2,8	3,3	3,9	4,5	5,2	5,9	6,6	7,4	8,2	9,1	9,9	10,9	11,8	12,8	13,7	22,3	
0,30	4,4	5,0	5,7	6,3	7,0	7,8	8,6	9,4	10,2	11,1	11,9	12,8	13,7	14,6	15,6	23,5	
0,35	6,2	6,8	7,5	8,2	9,0	9,8	10,6	11,4	12,2	13,0	13,9	14,8	15,6	16,5	17,4	24,9	
0,40	8,0	8,7	9,4	10,2	11,0	11,7	12,5	13,4	14,2	15,0	15,9	16,7	17,5	18,4	19,2	26,4	
0,45	9,9	10,6	11,4	12,2	12,9	13,7	14,5	15,3	16,2	17,0	17,8	18,6	19,4	20,3	21,1	27,9	
0,50	11,8	12,6	13,4	14,2	14,9	15,7	16,5	17,3	18,1	18,9	19,7	20,5	21,3	22,1	22,9	29,5	
0,55	13,8	14,6	15,4	16,1	16,9	17,7	18,5	19,3	20,1	20,9	21,7	22,4	23,2	24,0	24,8	31,0	
0,60	15,8	16,6	17,4	18,1	18,9	19,7	20,5	21,3	22,0	22,8	23,6	24,3	25,1	25,8	26,6	32,6	
0,65	17,8	18,6	19,3	20,1	20,9	21,7	22,5	23,2	24,0	24,7	25,3	26,2	27,0	27,7	28,4	34,2	
0,70	19,8	20,6	21,3	22,1	22,9	23,6	24,4	25,2	25,9	26,6	27,4	28,1	28,8	29,5	30,2	35,8	
0,75	21,8	22,5	23,3	24,1	24,8	25,6	26,3	27,1	27,8	28,5	29,2	29,9	30,6	31,3	32,0	37,4	
0,80	23,7	24,5	25,3	26,0	26,8	27,5	28,3	29,0	29,7	30,4	31,1	31,8	32,4	33,1	33,8	39,0	
0,85	25,7	26,5	27,2	28,0	28,7	29,4	30,2	30,9	31,6	32,2	32,9	33,6	34,2	34,9	35,5	40,6	
0,90	27,7	28,4	29,2	29,9	30,6	31,3	32,0	32,7	33,4	34,1	34,7	35,4	36,0	36,6	37,3	42,1	

$\delta\sqrt{t}$

Tabela 4. Tabela associação VPLq x e $\delta\sqrt{t}$.
Fonte: Autor.

A tabela 4 oferece a combinação entre o VPLq x e $\delta\sqrt{t}$ baseado nos modelos Black e Scholes. Como já mencionado, o uso da tabela simplifica os cálculos.

Oferecemos nessa Unidade de Aprendizagem mais uma forma de pensar sobre investimentos. É importante que você compreenda que o universo da avaliação de investimentos não é simples. Ao mesmo tempo que desejamos reduzir os riscos dos investimentos, devemos tomar muito cuidado para não evitar as oportunidades.



LEMBRE-SE

No receio de expor a empresa ao risco, o gestor pode reduzir a exposição às oportunidades. Risco e oportunidade andam juntos. O nosso desafio é desenvolver modelos que ajudem a avaliar melhor as condições de mercado e investimento.



As opções no setor de commodities

Stéfano Angioletti da Universidade Federal de Minas Gerais tem um trabalho muito interessante de aplicação das opções reais nas decisões de investimentos no setor de mineração. Extraímos um pequeno trecho do seu trabalho para que você possa compartilhar da visão do autor:

1. ANGIOLETTI, S.
Proposta de um procedimento para gestão de um portfólio de projetos de pesquisa geológica.

Disponível em http://www.technomine.net/tm/images/stories/Stefano_Angioletti_IBRAM_VI_Congresso_Mina_Subterranea_2010_Economia_Mineral_e_Avaliao_Econmica.pdf [s.d.] Acesso em: jul. 2012

¹(...) Para exemplificar o uso do Espaço de Opções usamos a metáfora da horta de tomates e do jardineiro (LUEHRMAN, 1998). O jardineiro tem que decidir o melhor momento para a colheita dos tomates. Se ele decidir cedo, os tomates estarão verdes e pequenos, sem valor de mercado. Se ele decidir que quer esperar, talvez ele possa alcançar um valor mais alto no mercado, mas ele estará sujeito aos riscos da natureza: chuva forte, frio ou seca prolongada. É a incerteza e o tempo.

O Espaço de Opções é um diagrama em duas dimensões onde uma das dimensões é o valor de uma opção de investimento e a outra dimensão é a composta pelo produto da volatilidade do valor do ativo sendo avaliado e o tempo que se tem para a decisão. Esta abordagem é muito semelhante à decisão de investimento quando há um tempo limitado para decidir e não há informação suficiente para a tomada da decisão. O método mais utilizado para avaliação de investimentos tem sido o FCD (Fluxo de Caixa Descontado), que determina se um investimento é “bom” ou “não” baseado em dados estáticos tais como tamanho e teor da reserva, preço do metal, taxa de câmbio, valor do investimento e custos operacionais. O FCD não considera a capacidade dos gestores para resolver problemas, bem como a possibilidade de uma boa notícia que pode melhorar os resultados da empresa. A incerteza existe em qualquer projeto e está relacionada com o nível e a qualidade das informações disponíveis para o projeto: o investimento, mercado concorrentes, tecnológica, as questões de custos, entre

outras. Quanto mais informação estiver disponível, menor o nível de incerteza. É interessante notar, porém, que as informações têm um custo!

Ao examinar algumas empresas de mineração assim como estudos acadêmicos que tratam sobre decisões de investimentos, os projetos consideram os recursos minerais definidos assim como a implantação da mina como variáveis definidas com baixo nível de incerteza. As principais incertezas permanecem no mercado: commodity preço / produto e a taxa de Câmbio.

Durante as fases de exploração tanto os recursos minerais quanto os investimentos na mina e os custos operacionais são desconhecidos ou bastante incertos. Estas incertezas se combinam com as incertezas de mercado. Assim o direito de investir em exploração em uma área para obter mais informações sobre aquela área por um tempo determinado é exatamente o mesmo conceito de uma Opção de Compra Financeira em que um investidor paga um determinado valor para o detentor de ativos financeiros para que em um determinado tempo ele tenha o direito, mas não a obrigação, de comprar aquele ativo financeiro por um preço definido. O tempo que o investidor tem deve ser suficiente para que ele possa obter informações que o permitam tomar aquela decisão e que evidentemente seja uma decisão lucrativa.

Uma opção de compra financeira é desta forma, semelhante a um direito de exploração em que o investidor em pesquisa mineral deve investir recursos na pesquisa para conhecer melhor o depósito mineral. Se ele chegar a um valor economicamente interessante, ele poderá ou não investir na abertura da Mina. Mas, assim como o jardineiro que tem um prazo para colher os tomates, o investidor em exploração mineral tem um prazo legal para exercer seu direito sobre a área em exploração.



E AGORA, JOSÉ?

Na Unidade de Aprendizagem de hoje nós apresentamos para você que o uso do fluxo de caixa de caixa

descontado e a técnica do VPL pode ocultar algumas informações adicionais sobre os projetos de investimentos. Alguns projetos podem apresentar VPLs negativos e ser descartados, mas o investidor pode esperar por mais informações e melhorar as projeções alterando a condição inicial. Dentro desse contexto, o modelo de avaliação baseado nas opções reais auxilia o processo decisório ao entender que os projetos podem apresentar condições diferentes no futuro.

Na próxima Unidade de Aprendizagem, nós vamos discutir com você o papel do gestor para flexibilizar os projetos de investimentos. Usando os conceitos das opções reais, discutiremos como você pode usar o contexto em que a empresa se encontra para viabilizar os projetos.

GLOSSÁRIO

Paradoxo: declaração verdadeira que leva a uma contradição lógica.

Volatilidade: em finanças, é o nível médio de variação dos valores de um ativo em um determinado período. É uma variável que mostra a intensidade e a frequência das oscilações nas cotações de um ativo financeiro, o qual pode ser ação, título, fundo de

investimento ou ainda, de índices das bolsas de valores considerado um determinado período de tempo, sendo esta variável (a volatilidade) um dos parâmetros mais frequentemente utilizados como forma de mensurar o risco de um ativo.

Payoffs: recompensa; ganhos previstos em uma negociação.

REFERÊNCIAS

LUHERMAN, T. A. **Investment Opportunities as Real Options: Getting Started in Numbers**, *Harvard Business Review*, July-Aug., p. 51-67, 1998.

BREALEY, M. A. **Princípios de Finanças Corporativa**. Mcgraw-Hill, 2008.

MINARDI, D. **Teoria das Opções na Análise de Investimentos**. São Paulo Atlas, 2004.