

## COMO DETERMINAR O PREÇO DE UMA OPÇÃO - PARTE I



- O que são opções?
- Precificação de opções
- Exemplo de árvore recombinate

**Autores: Francisco Cavalcante(f\_c\_a@uol.com.br)**

- Administrador de Empresas graduado pela EAESP/FGV.
- É Sócio-Diretor da Cavalcante & Associados, empresa especializada na elaboração de sistemas financeiros nas áreas de projeções financeiras, preços, fluxo de caixa e avaliação de projetos. A Cavalcante & Associados também elabora projetos de capitalização de empresas, assessora na obtenção de recursos estáveis e compra e venda de participações acionárias.
- O consultor Francisco Cavalcante já desenvolveu mais de 100 projetos de consultoria, principalmente nas áreas de planejamento financeiro, formação do preço de venda, avaliação de empresas e consultoria financeira em geral.

**Paulo Dragaud Zeppelini(f\_c\_a@uol.com.br)**

- Administrador de Empresas com MBA em finanças pelo Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais - IBMEC.
- Executivo financeiro com carreira desenvolvida em instituições financeiras do segmento de mercado de capitais. Atualmente é consultor da Cavalcante & Associados, empresa especializada na elaboração de sistemas financeiros nas áreas de projeções financeiras, preços, fluxo de caixa e avaliação de projetos.

**Cristiane Ribeiro Perini(f\_c\_a@uol.com.br)**

- Estudante de Administração de Empresas da FGV – Fundação Getúlio Vargas.

## ÍNDICE

	PÁG
◆ O QUE SÃO OPÇÕES	03
◆ TIPOS DE OPÇÕES	04
◆ PRECIFICAÇÃO DE OPÇÕES	06
◆ EXEMPLO DE ÁRVORE RECOMBINANTE	07
◆ APRESENTAÇÃO DO CÁLCULO INTUITIVO DA OPÇÃO ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE UMA CARTEIRA LIVRE DE RISCO	09

## O QUE SÃO OPÇÕES?

As opções tornaram-se fundamentais nos últimos anos para o funcionamento dos mercados de capital do mundo todo, embora já existam há muito tempo.

A opção é um tipo de derivativo. Mas o que é derivativo?

Derivativo é um ativo cujo preço é determinado como uma função do preço de outro ativo. Eles podem ser de vários tipos. Entre os mais comuns estão os swaps, contratos futuros, contratos a termo e os contratos de opções. Nosso trabalho restringe-se a esse último tipo.

A opção pode ser definida como sendo um contrato que oferece ao detentor o direito de comprar ou vender um ativo a um preço fixo (chamado preço de exercício) numa data predeterminada (chamada data de exercício). Ao contrário dos contratos a termo e futuro, o titular não possui a obrigação de comprar ou vender algo no futuro. Ele simplesmente tem um direito que pode ou não exercer. Essa decisão dependerá do preço futuro do ativo que ele está negociando.

Antes de seguirmos com maiores explicações sobre o funcionamento da opção, devemos definir duas nomenclaturas muito importantes. Ao ser negociado, um contrato de opção envolve duas partes:

- ✓ **Lançador:** quem vende a opção
- ✓ **Titular:** quem compra a opção

Como foi mencionado, a opção envolve a compra ou venda de determinado ativo. Esse ativo negociado pode ser dos mais variados possíveis. Atualmente, é muito comum encontrarmos contratos de opção sobre ações, ouro, dólar, etc.

## TIPOS DE OPÇÕES

Existem dois tipos de opções:

- ✓ **Opção de compra (call):** dá ao titular o direito de comprar determinado ativo a determinado preço numa data futura;
- ✓ **Opção de venda (put):** dá ao titular o direito de vender determinado ativo a determinado preço numa data futura.

Em contrapartida, o lançador da opção tem sempre a obrigação de vender ou comprar o ativo negociado na data futura determinada e pelo preço determinado, independente dos preços do mercado. Portanto, o titular possui um direito de fazer algo enquanto que o lançador possui uma obrigação. Eles possuem, então, posições contrárias, ou seja, enquanto um torce para que o mercado caia, o outro torce para que ele suba e vice-versa.

Continuando com as características básicas da opção, vamos falar a respeito dos termos do contrato. A data e o preço especificados no contrato são considerados a data e o preço de exercício – preço que será pago no vencimento caso a opção seja exercida.

Outro fato importante a ser observado é que existe uma diferença entre as opções ditas européias e as chamadas americanas. Uma opção européia pode ser exercida apenas na data do vencimento enquanto uma opção americana pode ser exercida em qualquer data até a data do vencimento.

No momento de compra de uma opção, o titular paga determinado valor que garantirá seu direito no futuro. Esse valor é denominado prêmio. O prêmio é, portanto, pago pelo direito de comprar ou vender um ativo no futuro. Esse não é o preço do ativo propriamente dito, que é denominado preço de exercício e sim o preço da opção sobre o ativo. O preço de exercício depende do que está se negociando, podendo ser o preço de uma ação, de determinada moeda, etc.

O preço de exercício, portanto, é predeterminado no momento da compra da opção e será somente pago no vencimento, caso a opção seja exercida. Sua determinação depende das perspectivas em relação ao preço futuro do ativo negociado.

Já o prêmio, ou seja, o preço pago pela opção reflete o quanto essa opção vale hoje. Ele é pago no momento do fechamento do contrato. Determinar o preço de uma opção nem sempre é uma tarefa fácil pois envolve previsões em relação ao futuro e não dados precisos. Além disso, existe um percurso um pouco longo a ser percorrido e é esse percurso que iremos mostrar aos leitores a seguir.

## PRECIFICAÇÃO DE OPÇÕES

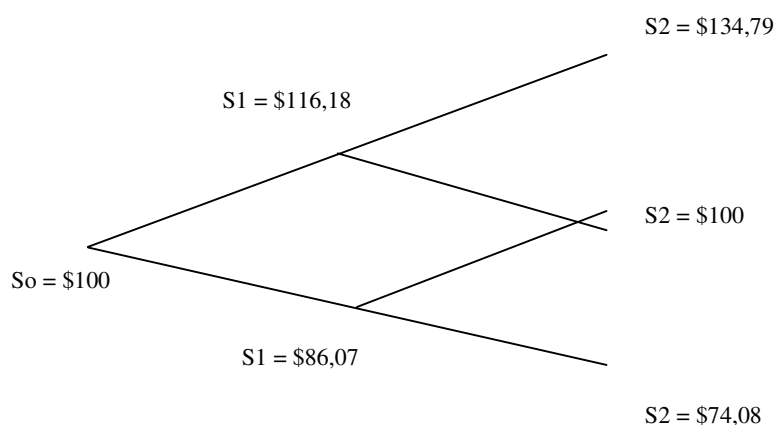
Diversos autores já elaboraram teorias distintas a respeito da precificação de opções. Os dois modelos mais utilizados referem-se à precificação de opções sobre ações. São eles:

- ✓ **Modelo Black e Scholes** – criado no início dos anos 70 por Fischer Black e Myron Scholes, é fundamentado na suposição de que os preços da ação seguem um movimento aleatório.
- ✓ **Modelo Cox-Ross e Rubinstein** – baseado em árvores de decisão, binomiais ou recombinantes. A árvore representa as diferentes trajetórias que poderão ser seguidas pelo preço da ação durante a vida da opção. É esse modelo que iremos abordar com maior profundidade a seguir.

## EXEMPLO DE ÁRVORE RECOMBINANTE

A técnica da árvore de decisão é muito útil e popular para precificar opções sobre ações. Como foi dito anteriormente, ela representa as diferentes trajetórias que poderão ser seguidas pelo preço da ação durante a vida da opção.

Iremos, a seguir, exemplificar uma possível trajetória para que o leitor se familiarize com a árvore recombinante:



Cada interseção acima é denominada nó e representa o final de um período decorrido. Por exemplo, no momento 0 temos que o preço da ação, representado por  $S_0$  é igual a \$100. Já no momento 1 (ao final do primeiro período), existe a possibilidade da ação subir ou cair. Se ocorrer uma alta, seu preço sobe para \$116,18. Já em caso de baixa, seu valor passa a ser \$86,07. No momento 2, entretanto, também existe a possibilidade do preço da ação subir ou cair. Partindo de  $S_1 = \$116,18$ , caso ocorra alta, o preço passa a ser de \$134,79. Já no caso de baixa, seu valor volta a ser de \$100. O mesmo deve ser feito com  $S_1 = \$86,07$ . No caso de baixa novamente, esse valor cai para \$74,08 no momento 2. Já no caso de alta, ele volta a ser de \$100.

Observe que os dois valores encontrados sempre se encontram no próximo nó da árvore, uma vez que houve uma alta seguida de uma queda e vice-versa e que a volatilidade é sempre a mesma.

Esse foi somente um exemplo do que poderia ocorrer com o preço de uma ação. Entretanto, para apresentarmos a utilização da árvore recombinante no cálculo do preço da opção, iremos utilizar, a princípio, um modelo de árvore mais simples, de apenas um passo.



**APRESENTAÇÃO DO CÁLCULO INTUITIVO  
DA OPÇÃO ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE  
UMA CARTEIRA LIVRE DE RISCO.**

Vamos apresentar, de início, esses cálculos para que o leitor possa posteriormente comparar os valores e verificar que o Modelo Cox-Ross Rubinstein proporciona valores precisos.

Considere uma carteira composta por ações e apenas 1 opção. Para que o titular esteja imune ao risco deverá comprar ações e vender opções de compra e vice-versa, de modo a equilibrar esses valores. Afinal como o preço da opção deriva do preço da ação, se ocorrer perda com a ação, por exemplo, ocorrerá ganho com a opção. Do mesmo modo, ocorrendo ganho com a ação, ele perderá com a opção. Em qualquer dessas duas possibilidades, não ocorrerá prejuízo. Essa carteira imune ao risco será composta de apenas 1 opção para facilitar nossos cálculos na determinação de seu preço. Deve-se, então, descobrir quantas ações deverão ser compradas para cada opção de compra vendida de modo a equilibrar essa carteira.

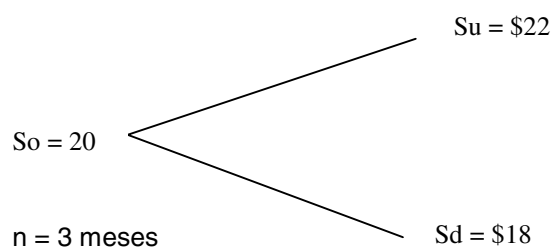
Vamos visualizar a carteira em questão:

$$\text{Port} = S\Delta - 1C,$$

Onde: Port é o portfólio ou carteira, S é o preço da ação,  $\Delta$  representa o número de ações que serão inseridas na carteira e C o preço da opção.

Considere agora que o preço da ação S é de \$20 hoje. Considere, também, duas possibilidades para daqui a 3 meses: que seu preço suba para \$22 ou caia para \$18.

Veja:

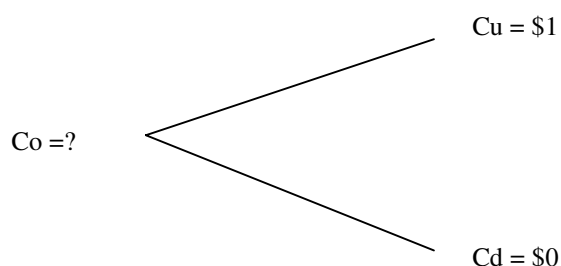


Esses são os dados que possuímos em relação à ação. Considere agora, que o preço de exercício da opção de compra que você está vendendo seja de \$21 daqui a três meses. Isso quer dizer que você será obrigado a vender ao titular a ação pelo valor de \$21, caso ele assim deseje. Afinal, ele possui um direito de comprar essa ação pelo valor de \$21 e você, lançador, tem a obrigação de vender a ele caso ele assim escolha.

Vamos, então, avaliar, qual seria o retorno dessa opção tendo em vista os dados apresentados acima.

- ✓ No caso de alta: o titular terá o direito de comprar por \$21 uma ação que vale \$22. Nesse caso, provavelmente ele irá exercer seu direito e terá um retorno de \$1, ou seja, estará deixando de comprar algo por \$22 para comprar por \$21, o que faz com que ele esteja auferindo um “lucro” de \$1. \$1, portanto, é o valor da opção no futuro, caso o mercado esteja em alta.

- ✓ No caso de baixa: o titular terá o direito de comprar por \$21 algo que vale \$18. Nenhum investidor quer perder dinheiro. Então, se pode pagar o menor valor (\$18), o investidor não irá exercer seu direito de comprar a ação por \$21. Seu ganho com a opção, nesse caso, é 0. Veja como ficaria o desenho da árvore recombinante para a opção:



Assim sendo, falta agora calcularmos quanto vale a opção hoje. Vamos voltar, primeiramente, à equação da carteira apresentada anteriormente:

$$\text{Port} = S\Delta - 1C$$

Sabemos que o valor da carteira será determinado pelo preço da ação  $S$ , pela quantidade de ações utilizadas nessa carteira  $\Delta$ , e pelo valor da opção de compra  $C$ .

Substituindo os preços da ação e da opção nessa mesma equação, temos que o valor da carteira será:

- ✓ No caso de alta:

$$\text{Port} = 22\Delta - 1$$

- ✓ No caso de baixa:

$$\text{Port} = 18 \Delta - 0$$

Como queremos que a carteira seja livre de risco, ela deverá apresentar sempre o mesmo valor, independente de alta ou queda da ação. Isso quer dizer que, igualando-se as equações, descobriremos qual o valor de  $\Delta$ , ou seja, a quantidade de ações que deverão ser introduzidas nessa carteira para que ela fique imune ao risco. Esse cálculo é muito simples:

$$22\Delta - 1 = 18\Delta$$

Daí temos que  $\Delta = 0,25$  ações

Uma vez descoberto o número de ações que deverão constar na carteira para cada opção vendida, podemos, então, calcular quanto valerá essa carteira daqui a três meses.

No caso de alta da ação, seu valor será de:

$$\text{Port} = 22 \times 0,25 - 1$$

$$\text{Port} = 4,5$$

Já no caso de baixa, ela valerá:

$$\text{Port} = 18 \times 0,25$$

$$\text{Port} = 4,5$$

A conclusão já era prevista: como a carteira está imunizada, seu valor será sempre de 4,5, independente do que ocorrer com a ação. Essa é uma técnica muito utilizada pelos gestores para proteger ativos.

Nos resta saber, quanto vale essa carteira hoje. Já sabemos que, daqui a três meses ela sempre valerá 4,5. Para encontrarmos seu valor presente, basta utilizarmos o método do valor presente muito comum nos cálculos financeiros.

Entretanto, não utilizaremos nem capitalização simples nem composta e sim a capitalização contínua, mais apropriada para esse tipo de cálculo. De acordo com ela, o Valor Futuro (VF) de qualquer ativo será dado por:

$$VF = VP e^{r\Delta T}$$

Nessa fórmula, VP representa o Valor Presente do ativo, r representa a taxa de retorno livre de risco e  $\Delta T$  o tempo decorrido.

Considerando uma taxa de retorno livre de risco igual a 12% ao ano, teremos o valor da carteira hoje como sendo:

$$4,5 = VP e^{0,12 \times \frac{1}{4}}$$

Nesse cálculo acima, o valor de  $\frac{1}{4}$  foi utilizado pelo fato da taxa de retorno estar determinada ao ano e o tempo decorrido estar determinado em meses. Como esses valores devem estar na mesma base, o tempo foi transformado em anos, ou seja,  $\frac{1}{4}$  representa 3 meses em 1 ano (12 meses).

Assim sendo, temos que a carteira hoje vale:

$$VP = 4,367$$

Como sabemos:

$$Port = S\Delta - 1C$$

Essa fórmula é válida para qualquer momento no tempo, desde que todos os valores utilizados estejam no mesmo momento.

Portanto, no presente temos que  $P_{ort} = 4,367$  e que  $S=20$ . De posse dessas informações, podemos, finalmente, calcular quanto vale a opção hoje. Esse valor será:

$$4,367 = 20 \times 0,25 - 1C$$

$$\text{Portanto, } C = 0,633$$

Esse é o preço da opção hoje!

No próximo **Up-To-Date**<sup>®</sup> vamos finalizar este assunto mostrando um modelo genérico capaz de chegar a resultados precisos para qualquer número de passos e para qualquer variação no preço das ações.