

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO  
ESCOLA PAULISTA DE POLÍTICA, ECONOMIA E NEGÓCIOS

GABRIEL BERNARDINELLI DE SOUZA

**MERCADO FINANCEIRO: INTRODUÇÃO AOS INVESTIMENTOS E O  
ESTUDO DAS OPÇÕES**

OSASCO  
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO  
ESCOLA PAULISTA DE POLÍTICA, ECONOMIA E NEGÓCIOS

GABRIEL BERNARDINELLI DE SOUZA

**MERCADO FINANCEIRO: INTRODUÇÃO AOS INVESTIMENTOS E O  
ESTUDO DAS OPÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Federal de São Paulo como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Atuariais, sob a orientação do Professor Dr. Humberto Gallucci Netto.

OSASCO  
2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Unifesp Osasco  
e Departamento de Tecnologia da Informação Unifesp Osasco,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S729m SOUZA, Gabriel Bernardinelli de  
Mercado financeiro: introdução aos investimentos e o estudo  
das opções / Gabriel Bernardinelli de Souza. - 2021.  
30 f. :il.

Trabalho de conclusão de curso (Ciências Atuariais) -  
Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Política,  
Economia e Negócios, Osasco, 2021.  
Orientador: Humberto Gallucci Netto.

1. Ciência atuarial. 2. Mercado financeiro. 3.  
Investimentos. 4. Opções. 5. Volatilidade. I. Gallucci Netto,  
Humberto, II. TCC - Unifesp/EPPEN. III. Título.

CDD: 368.01

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
METODOLOGIA.....	9
REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
Mercado Financeiro.....	10
Fundos de Investimento.....	11
Titulo de Investimento Privado para Pessoa Física.....	12
Derivativos.....	13
Opções de compra: Calls e Puts.....	14
Modelo Black & Scholes.....	15
Black & Scholes na Prática.....	19
Volatilidade.....	19
<i>Gregas: Delta</i> .....	19
<i>Gregas: Gamma</i> .....	21
<i>Gregas: Theta</i> .....	22
<i>Gregas: Vega</i> .....	23
<i>Gregas: Rho</i> .....	24
Compra e Venda de Volatilidade com Delta Hedge.....	24
Volatilidade Histórica e Implícita.....	25
Conclusão.....	29

## RESUMO

O dinheiro move o mundo, portanto, se faz necessária a busca de informações para o encontro de novos métodos para adquiri-lo e as melhores formas para multiplica-lo, como por exemplo: as aplicações e investimentos. O mercado financeiro de investimentos nos disponibiliza diversas informações referentes às aplicações que estão disponíveis para investir, apresentando cada tipo de aplicação, conforme suas características, seus possíveis rendimentos de acordo com o prazo em que se aplica. Tornando necessário que o investidor busque todas as informações relevantes para a aplicação, pois podem existir riscos, diante dos riscos podem haver perdas, e é evidente que o mesmo não possua intenção de perda, mas sim de aumentar o seu patrimônio. Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo reunir essas informações, como forma de instrução para quem deseja investir no mercado de opções. Este trabalho apresentará as diversas estratégias de investimentos com opções financeiras, associando-as aos seus riscos e retornos. As opções são um tipo de derivativo, um derivativo como o próprio nome já diz, é um ativo que deriva de outro ativo chamado ativo objeto. Derivativos são instrumentos financeiros sem valor próprio. Eles têm esse nome por derivarem seu valor de algum outro ativo, e exatamente por isso servem para limitar o risco de flutuações do mercado. O termo derivativo surgiu inicialmente para proteção contra o risco de oscilação de moedas.

**Palavras-chave:** Mercado Financeiro. Investimentos. Opções. Volatilidade

## ABSTRACT

Money moves the world, therefore, it is necessary to search for information to find new methods to acquire it and the best ways to multiply it, such as: applications and investments. The investment financial market provides us with various information regarding the investments that are available to invest, presenting each type of investment, according to its characteristics, its possible earnings according to the term in which it is applied. Making it necessary for the investor to search for all the relevant information for the application, as there may be risks, in view of the risks there may be losses, and it is evident that it has no intention of loss, but to increase its equity. Therefore, this research aimed to gather this information, as a form of instruction for those who wish to invest in the options market. This paper will present the different investment strategies with financial options, associating them to their risks and returns. Options are a type of derivative, a derivative as its name implies, is an asset that derives from another asset called an object asset. Derivatives are financial instruments with no value of their own. They have this name because they derive their value from some other asset, and that is exactly why they serve to limit the risk of market fluctuations. The term derivative initially appeared to protect against the risk of currency fluctuation.

**Keywords:** Financial Market. Investments. Options. Volatility.

## INTRODUÇÃO

O mercado financeiro possui grande relevância dentro do dia a dia das pessoas, especialmente para os indivíduos que almejam alcançar um sucesso financeiro satisfatório, o mesmo é considerado parte de um universo extremamente amplo. Em economia, mercado financeiro é o ambiente onde ocorre a negociação de ativos como títulos, moedas, ações, derivativos, mercadorias, commodities entre outros bens e ativos com algum valor financeiro. Ao ampliar os diversos conceitos de mercado financeiro pode-se definir que o mesmo é um conjunto de instituições e instrumentos que viabilizam o fluxo financeiro entre os poupadores e os tomadores na economia. Um ambiente de compra e venda de valores mobiliários (ações, opções, títulos), câmbio (moedas estrangeiras) e mercadorias (ouro, produtos agrícolas) (PESENTE, 2019).

O mercado financeiro é composto de múltiplas opções de investimentos que visam obter consideráveis retornos em cada aplicação, os objetivos possuem variados prazos de rentabilidade, de curto, médio ou longo prazo, de acordo com o objetivo individual de cada perfil de investidor. Poupar é o primeiro ato para a conquista de riquezas, porém investir é a melhor opção, pois garante um crescimento acelerado do capital, por isso o ser humano deve estar atentos a todas as possíveis oportunidades que surgem no dia a dia, tendo discernimento para analisar qual a melhor opção. O planejamento não diz respeito às decisões futuras, mas às implicações futuras de decisões presente (FERREIRA, 2006).

O mesmo funciona de forma a aproximar agentes, como um investidor e um tomador de recursos. Eles não precisam conversar ou estabelecer contato entre si, pois essa ponte é feita através de aplicações da própria instituição financeira. Algumas das formas mais utilizadas consistem no modelo de renda fixa, por exemplo, onde o investidor projeta o rendimento na hora do investimento, decidindo se o dinheiro vai se valorizar de forma prefixada (com um juro anual definido), pós-fixada (atrelada a um indicador), ou híbrida (pagando um juros fixo mais a variação de um índice de preços). Outro exemplo é o de renda variável, mercado onde não há uma garantia de retorno (BESSADA et al, 2007). Nessas negociações estão envolvidas diversas instituições que facilitam o encontro entre agentes e regulam e fiscalizam as transações. O investidor é aquele que deseja multiplicar o dinheiro que possui. São diversos os caminhos que podem ser utilizados, mas todos partem da mesma premissa: a verba é destinada a uma aplicação que oferece valorização de acordo com diretrizes acordadas entre as partes (PESENTE, 2019).

O primeiro passo da introdução do indivíduo no mercado financeiro, é definir o montante que se tem disponível para investir, definir os objetivos, riscos, o retorno que se espera, e o tempo que o dinheiro poderá ficar parado na aplicação. A disposição de investir seu dinheiro está atrelada ao nível de risco que está disposto a assumir, frente ao retorno esperado. Todas as informações sobre aplicações devem ser consideradas, pois todos esperam grandes rentabilidades, mas nem sempre os investidores estão dispostos a correr riscos (LIMA, 2004).

Os principais títulos privados disponíveis no mercado financeiro são: CDB, LCI, LCA, CRI, CRA e Debêntures. Estes tipos de investimentos possuem características individuais, que variam de valor mínimo para aplicação, tempo determinado para resgate, e os possíveis riscos dentro de cada investimento. Por isso, se faz necessário buscar todas as informações que são relevantes e analisá-las individualmente para que possa entender se está de acordo com as suas expectativas de retorno, ou seja, aquela em que atende o seu perfil (FORTUNA, 2015).

Já o mercado de opções é um tipo de derivativo, isto é, um ativo que deriva de outro ativo chamado ativo objeto. Surgido em 1634, o conceito de opção veio da necessidade de controle do risco ligado as flutuações dos preços nos mercados agrícolas. Sua primeira utilização se deu neste mesmo ano, na Holanda, onde era comum que os mercadores vendessem tulipas antecipadamente a sua entrega. Como tais flores eram símbolo de status, as mesmas corriam o risco de serem vendidas por um valor inferior ao valor que as mesmas iriam possuir na data da entrega. Para diminuir esse risco e garantir uma margem de lucro, os mercadores começaram a comprar opções dos plantadores. Essas opções asseguravam aos mercadores o direito, mas não a obrigação, de comprar tulipas dos plantadores a um preço pré-determinado por um período específico de tempo. Ou seja, o preço máximo das tulipas era fixado para os mercadores, se na entrega as tulipas custassem um valor acima do pré-fixado os mercadores que possuíam as opções exigiam a entrega dentro do preço máximo combinado, e se as tulipas custassem um valor abaixo, o mercador poderia comprar as flores fora das opções.

Este projeto teve como objetivo levantar os pontos importantes acerca do mercado financeiro, introdução aos investimentos e destrinchar acerca do mercado de opções.

## **METODOLOGIA**

O método de pesquisa utilizado é o qualitativo, método qual se apoia em técnicas de coletas de dados, também quantitativas. A pesquisa qualitativa não busca enumerar ou medir eventos. Ela serve para obter dados descritivos que expressam os sentidos dos fenômenos. O estudo foi desenvolvido a partir de pesquisa bibliográfica. Para alcançar os objetivos propostos será realizada uma revisão bibliográfica abordando o tema do mercado financeiro, introdução aos investimentos e suas opções. Serão abordados livros sobre o tema em questão, e artigos publicados na língua portuguesa e inglesa disponibilizados nas bases de dados como o Lilacs, PubMed e Scielo. Todos os artigos pesquisados compreendem publicações dos últimos 20 anos, os artigos selecionados estavam escritos na língua inglesa, espanhola e portuguesa. Durante a coleta de dados foram excluídos estudos de monografias, teses e dissertações, além de outros temas que não contribuem com informações satisfatórias sobre o tema abordado.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### **Mercado Financeiro**

O mercado financeiro originou-se a partir de um sistema de leis de orientação fundado em 1964, período onde era comum que grandes discordâncias sociais se encerrassem sem solução, sobretudo no que se refere ao âmbito político. Normalmente cada país possui o seu próprio ambiente financeiro, o que não restringe à negociação de valores oriundos do seu mercado interno, Santos (2004) afirma que “A partir dessa época os mercados financeiros mundiais passaram a ser mais integrados, resultando uma maior mobilidade do capital [...]”. Este ramo possui função social desde sua gênese, sobretudo no que se refere à ampliação de um vasto conjunto de títulos econômicos, e uma das suas funções básicas é o de promover canais através dos quais agentes econômicos que têm fundos disponíveis possam aplicá-los numa variada gama de títulos emitidos pelos agentes econômicos que necessitam desses fundos (SANTOS, 2004).

O mercado financeiro pode ser considerado como um elemento dinâmico no processo de crescimento econômico, uma vez que permite a elevação das taxas de poupança e investimento, além de viabilizar que unidades econômicas sejam orientadas no sentido de dialogarem entre si a fim de resultar em um aumento geral da produtividade, da eficiência e do bem-estar da sociedade, de forma a cumprir suas funções e estimular a formação de poupança, facilitar a transferência de poupança entre unidades econômicas e o provimento de liquidez para as unidades econômicas. O funcionamento básico deste mercado se faz de forma que viabilize uma corrente que alimenta todo o sistema financeiro (PESENTE, 2019).

No que se refere à ampliação social das questões referentes ao mercado financeiro sob a ótica do mercado de investimentos, entende-se que tal interferência, de um para com o outro ocorre de forma a gerar a ampliação do capital em contexto produtivo em determinada localidade, tratando-se da criação de riqueza. Os investimentos representam os mais importantes membros do mercado financeiro, são referentes às formas de atuação plena que podem originar-se a partir de diversas formas, dadas as mais variadas opções de investimento. As principais formas de investimento se dão através de fundos de investimentos que podem ser pensados no contexto de um aglomerado de recursos monetários que constituem uma alternativa conveniente àqueles indivíduos que almejam a participação ativa dentro do mercado de capitais (NETO, 2014).

Atualmente no mercado financeiro de investimentos, existem três tipos de perfis investidores: conservador, moderado, arrojado. Onde por meio do questionário API –

Análise do Perfil Investidor, realizado no momento da aplicação, pode-se identificar o perfil em que o investidor será indicado. Neste questionário, o investidor responde às perguntas relacionadas a horizonte de investimento, tolerância aos riscos, objetivos do investimentos, renda mensal e patrimônio, frequência e volume das aplicações feitas, formação acadêmica, necessidade futura da utilização dos recursos aplicados e por fim, experiência com o mercado financeiro (BANCO DO BRASIL, 2021).

Para que seja tomada uma decisão e um tipo de investimento seja escolhido para aplicar, é necessário entender que toda aplicação financeira possui algum risco. E para reduzi-los, é necessário informar-se na instituição financeira sobre o tipo de aplicação. Este capítulo trará as definições e os tipos de riscos existentes nas aplicações financeiras. Conforme, risco é a incerteza dos rendimentos futuros em um investimento. Quanto mais volátil, é esperado que seu retorno também seja maior, então, os investimentos de curto prazo são associados a retornos menores por possuir uma volatilidade menor (GROPPELLI, 2012).

## **Fundos de Investimento**

Os fundos de investimentos podem ser categorizados em fundos referenciados, fundo de renda variáveis, fundos de renda fixa, fundos balanceados, fundos baseados em multimercados, fundos de capital protegido, fundos de investimento no exterior, fundos de investimento imobiliário e fundos de ações, sendo estas as principais opções quando se tratando de opções para investimento no Brasil datadas dos últimos dez anos. O avanço da globalização, mapeado, principalmente, pela internet, vêm facilitando as condições de ampliação de fundos de investimentos, sendo possível a realização de investimentos a partir de quaisquer aparelhos celular com conexão à internet (SANTOS, 2014).

Nesse contexto, o ideal dos fundos de renda variáveis ou fundos de ações, segundo a Comissão de Valores Mobiliários (2018), é referente à uma renda variável que depende de inúmeros fatores internos e externos, que relativizam os valores absolutos da renda em questão, principalmente as variações que derivam diretamente do mercado financeiro, como por exemplo, as flutuações das taxas de câmbio; assim, Giudicce e Estender (2017), afirmam sobre os ativos da renda variável, que tais ativos orientam-se em uma remuneração que não possui sua gênese necessariamente reconhecida.

A renda variável aponta flutuações da renda variável enquanto uma hipótese sem horizonte visível, afirmando que “Não se sabe se haverá retorno, nem quando ele ocorrerá.” (COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS, 2018, p. 9), de modo que, quando o cliente investe em renda variável, o retorno dependerá, sem exceções dos resultados da

instituição investida, incluem-se nesse contexto, as ações de uma organização, não havendo, segundo Torres e Barros (2014)

[...] garantia do rendimento futuro dos investimentos realizados. São mercados definidos pelo maior nível de risco e na probabilidade de ganhos maiores, comparados aos da renda fixa ou, inclusive, perdas financeiras dos recursos financeiros aplicados [...]. (TORRES e BARROS, 2014, p. 42).

Apesar das incertezas referentes aos investimentos de renda variável, Torres e Barros (2014) citam das vantagens acerca de tais investimentos, podendo aqui serem citadas

i) a geração de rentabilidade em longo prazo; ii) o recebimento de dividendos periódicos; iii) a quantia necessária para o início de investimento acessível em relação aos parâmetros brasileiros; iv) a compra ou venda dos ativos, que podem ser realizadas de acordo com o desejo do investidor; v) a realização e o gerenciamento dos investimentos por meio da *internet*, fazendo uso de programas conhecidos como *homebroker*; e, vi) a eficácia tributária, ou seja, o imposto de renda reduzido em casos específicos [...]. (TORRES e BARROS, *grifo do autor*, 2014, p. 46).

Assim, quando englobadas as questões referentes aos investimentos e suas opções, observa-se o mercado financeiro como peça determinante na área das ciências atuariais.

### **Título de Investimento Privado para Pessoa Física**

O Certificado de Depósito Bancário (CDB) é um título de investimento que os bancos emitem para que eles possam se capitalizar, ou seja, você empresta um dinheiro ao banco, e ele devolve com uma remuneração em troca. Esta forma de investimento não está isenta do pagamento de imposto de renda, pois a instituição fica livre para aplicar os recursos da forma em que desejar. CDBs e RDBs são similares, suas diferenças consistem em: CDB pode ser transferível, já o RBD não (LIMA, 2012).

Os CDBs são obrigações futuras de pagamento de um recurso que foi aplicado em uma instituição financeira, mediante a um depósito a prazo. Dessa forma, este capital é utilizado para financiar recursos para giro de empresas. O CDB é você como investidor, conceder um empréstimo ao banco, e receber este dinheiro de volta com um rendimento atrelado (MATTAR, 2015).

As LCAs e LCIs são capitalizadas de acordo com suas taxas de juros, que podem ser fixas ou flutuantes. E podem ser pagas em uma única vez ou em seu vencimento. As negociações das LCAs são feitas diretamente entre os investimentos e os bancos. As formas de remuneração das LCIs podem ser feitas com taxas prefixadas ou pós-fixadas. Tendo como indexadores a taxa DI, Selic, ANBID, TBF ou TJPL (OLIVEIRA, 2016).

Tesouro direto, o setor público, possui constantemente a necessidade da busca de financiamento no mercado financeiro. Desta forma, os títulos públicos federais, emitidos pelo Tesouro Nacional, possuem a finalidade de executar a política fiscal, o financiamento dos déficits fiscais, ou a antecipação de receitas orçamentárias. Estes títulos possuem os seguintes rendimentos: pós-fixados, prefixados ou indexados ao dólar. E podem ser adquiridos por leilões promovidos pelo Banco Central, por meio de instituições financeiras no mercado primário, e posteriormente no mercado secundário, para outras instituições financeiras ou não financeiras (ASSAF NETO, 2015).

## **Derivativos**

Derivativos são um instrumento financeiro que tem o preço derivado do preço de um ativo, de uma taxa de referência ou até de um índice de mercado. Existem derivativos de ativos físicos, como milho, algodão... mas também de ativos financeiros, como ações, taxas de juros ou moedas. Quem negocia um contrato futuro de moedas, por exemplo, não opera o dólar ou o euro em si, mas um contrato baseado no seu valor no mercado à vista. São quatro os tipos mais comuns de derivativos: Contratos a termo, contratos futuro, opções e swaps.

As negociações podem ser realizadas tanto no mercado de balcão quanto em Bolsas. Não é sempre, mas geralmente os derivativos são estabelecidos como contratos padronizados. Isso significa que as suas características e as especificações dos seus ativos de referência – como quantidades, prazos e formas de precificação – são definidas previamente. Assim, todos que comprarem uma opção sobre uma ação para certo vencimento irão adquirir o mesmo produto, com as mesmas condições. A dinâmica tradicional de uma negociação de derivativos é simples. Quem negocia se compromete a comprar ou a vender um determinado ativo por um preço determinado em um prazo estabelecido. Quando a liquidação é física, é preciso realizar a entrega do ativo em negociação na data do vencimento. A outra forma de liquidação é a financeira, que é feita por diferença. Nesse caso, no dia do vencimento do derivativo, é registrada uma venda para o comprador original e uma compra para o vendedor original. Só é movimentada a diferença entre os valores de cada lado da operação, que é finalizada sem a necessidade de entregar os ativos negociados.

A descrição pura e simples do que é uma opção ou um contrato futuro muitas vezes não dá aos investidores a dimensão do tipo de uso que o mercado faz deles. Na prática, em geral, os derivativos são utilizados para: proteção, especulação e arbitragem. Os tipos diferentes de derivativos são: contratos a termo, contratos futuros, swaps e as opções

## Opções de compra: Calls e Puts

O contrato de opção é determinado como um acordo entre duas partes de compra e venda de um determinado ativo, por um determinado preço em uma determinada data pré-estabelecida entre as partes. Os contrato de opção dá ao seu detentor o direito, mas não a obrigação, de exercê-lo. Existem dois tipos de opções: as opções de compra (calls) e as opções de venda (puts). As opções de compra dão ao seu detentor o direito, mas não a obrigação, de adquirir um ativo a um determinado preço na data contratada. As opções de venda dão ao seu detentor o direito, mas não a obrigação, de vender o ativo no preço contratado na data estabelecida. O vendedor do contrato de opção sempre terá a obrigação de cumpri-lo caso o comprador exerça o seu direito. Se a opção puder ser exercida pelo comprador antes da data de vencimento do contrato, ela é chamada de opção americana. Ao contrário, se a opção somente puder ser exercida pelo seu detentor na sua data de vencimento, é conhecida como opção europeia (ARDITTI, 1996).

A assimetria entre direitos e deveres das partes envolvidas num contrato de opção faz com que o mesmo tenha, desde a sua celebração, um valor. Este valor é conhecido como o prêmio pago pelo comprador pelo fato de o vendedor do contrato assumir o risco de posições futuras em relação ao preço do ativo contratado. O problema central para a comercialização de um contrato de opção é, portanto, a determinação de seu prêmio, ou seja, seu preço. A todo o momento os agentes do mercado financeiro procuram estabelecer se o preço de um contrato de opção é justo, para a tomada de decisão de comprá-lo ou vendê-lo (no caso de uma opção americana) ou para efeito de celebração de novos contratos (no caso de uma opção europeia).

Uma opção de compra, ou call, é um título que dá ao seu possuidor o direito de adquirir um ativo objeto dentro de um limite de tempo (opção americana), ou numa data específica (opção europeia). A call será exercida pelo seu proprietário sempre que o valor de mercado do ativo objeto for maior que o preço de exercício especificado na opção, dessa forma o investidor obterá um ganho adquirindo o ativo pelo preço de exercício e em seguida vendendo-o pelo preço de mercado. Essas transações, em geral, se dão apenas com os ganhos ou perdas, ou seja, na prática não existirá compra e venda do ativo objeto, apenas serão creditados ou debitados os ganhos ou as perdas dos agentes. O resultado, no exercício, dessa operação será: (1) zero se o preço de mercado for menor que o preço de exercício, pois o investidor não exercerá a opção; (2) a diferença entre o preço de mercado do ativo objeto e o preço de exercício da opção, caso o preço de mercado seja superior ao preço de exercício (NETO, 2010).

Já uma opção de venda, ou put, é um título que dá ao seu possuidor o direito de vender um ativo objeto dentro de um limite de tempo (opção americana), ou numa data específica (opção europeia). A put será exercida pelo seu proprietário sempre que o valor de mercado do ativo objeto for menor que o preço de exercício especificado na opção. Dessa forma o investidor obterá um ganho comprando o ativo pelo preço de mercado e em seguida vendendo o mesmo ativo pelo preço de exercício. Essas transações, assim como nas calls, em geral se dão apenas com os ganhos ou perdas, ou seja, na prática não existirá compra e venda do ativo objeto, apenas serão creditados ou debitados os ganhos ou as perdas dos agentes. O resultado dessa operação será: (1) zero se o preço de mercado for maior que o preço de exercício, pois o investidor não exercerá a opção; (2) a diferença entre o preço de exercício da opção e o preço de mercado do ativo objeto, caso o preço de mercado seja inferior ao preço de exercício (NETO, 2010).

### **Modelo Black & Scholes**

Mesmo tendo os seus primórdios no ano de 1634, o mercado de opções como conhecemos hoje surgiu em 1973. Até essa data, os contratos de opção não possuíam padrão de negociação, eram apenas acordos. Com o surgimento da padronização, as opções passaram a ser negociadas com parâmetros pré-definidos, como: lote, preço de exercício e data de exercício. Os derivativos, ou produtos derivados de outros ativos, podem ser concebidos das mais diversas formas, sendo agrupados, basicamente, em quatro grupos: futuros, opções, swaps e produtos combinados entre derivativos e ativos, ou somente entre derivativos. O problema central para a comercialização de um contrato de opção é a determinação de seu prêmio, ou seja, seu preço.

Diversos modelos matemáticos têm sido desenvolvidos com o objetivo de calcular o prêmio a ser pago em um contrato de opção. Um destes modelos foi desenvolvido por Black & Scholes em 1973, um modelo de precificação probabilístico para a avaliação do valor justo dos prêmios de opções de ações, esse modelo tem grande aceitação no mercado financeiro devido a sua simplicidade de cálculo, e também por ser independente do nível de risco do investidor. Desde então, nenhuma mudança significativa apareceu no mercado de opções. A simplicidade deste modelo está associada ao fato de o preço da opção ser obtido diretamente através de uma fórmula, a partir de dados de entrada observáveis. Estes dados compreendem o preço do ativo subjacente, o preço de exercício da opção, o prazo até o vencimento do contrato e a volatilidade do ativo subjacente. Com exceção da volatilidade, os demais dados necessários ao emprego da fórmula de Black &

Scholes (B&S) são observáveis. A volatilidade é o único parâmetro de entrada que deve ser estimado.

Vencedor de um Prêmio Nobel de Economia, ele parte do pressuposto de que preços de ações são aleatórios e, portanto, seguem uma distribuição normal. Considerando-se que um ativo não poder conter um preço negativo, adota-se então uma distribuição log normal. A diferença entre ambos é que a distribuição normal é simétrica, contendo tanto valores positivos como negativos, enquanto que a log normal se desloca mais à direita.

As respectivas fórmulas para a opção de compra (call) e opção de venda (put) são as seguintes:

$$c = SN(d_1) - Xe^{-rT}N(d_2)$$

$$P = Xe^{-rT}N(-d_2) - SN(-d_1)$$

onde:

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S/X) + (r - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

(Fonte: Hull, John (1995). Introdução aos Mercados Futuros e de Opções. P. 275)

c = preço da opção de compra;  
 P = preço da opção de venda;  
 S = preço da ação;  
 X = preço de exercício;  
 r = taxa de juros livre de risco;  
 T = tempo para o vencimento  
 $\sigma$  = volatilidade do preço da ação;  
 N = representa a distribuição normal.

Por ser um modelo adotado em todo o mundo, Black & Scholes não trás a necessidade de cálculo manual. Várias ferramentas pedem apenas a inserção das variáveis elencadas acima, trazendo como resultado o valor atual da opção.

Para se chegar à formula, deve-se entender quais são as suas premissas: Opção europeia, exercida apenas no vencimento; Não existem impostos ou custos de transação; Não há pagamento de dividendos durante a vigência da opção; Não existem

oportunidades de arbitragem entre a ação e a opção; O ativo é negociado em condições normais de mercado; A taxa livre de risco (Selic, no caso do Brasil) é constante; Os investidores captam e/ou emprestam recursos à taxa livre de risco.

Como variáveis para se estipular o valor de uma opção, temos: Preço de exercício da opção; Preço atual da ação; Prazo até o vencimento da opção; Taxa livre de risco; Volatilidade.

No entanto, para trazer essa fórmula para o mundo real, veja o seguinte exemplo:

- O preço de uma ação é R\$ 42 e sua volatilidade é de 20% ao ano;
- A opção, a 6 meses do seu vencimento, vale R\$ 40;
- A taxa livre de risco é 10% ao ano.

Quando identificamos as variáveis, temos:

$$S = 42$$

$$X = 40$$

$$r = 0,10 \text{ (equivalente a 10\% ou 10/100)}$$

$$T = 6/12 \text{ (equivalente a 6 meses)}$$

$$\sigma = 0,20 \text{ (equivalente a 20\% ou 20/100)}$$

Valor da opção:

- Se a opção for de compra (c) = 4,76
- Se a opção for de venda (P) = 0,81

No caso da opção de compra, o investidor pagará R\$ 4,76 para ter o direito de comprar a ação a R\$ 40. Caso exerça a opção, seu desembolso total será de R\$ 44,76. Portanto, a ação no futuro deve valer mais do que R\$ 44,76 para que a operação seja vantajosa. No caso de opção de venda, o investidor pagará R\$ 0,81 para ter o direito de vender a ação a R\$ 40. Caso exerça a opção, seu lucro será de R\$ 39,19. Portanto, a ação deve valer não mais do que R\$ 39,19 no futuro para que a operação seja vantajosa.

O modelo considera que o preço dos ativos é formado por duas parcelas: a primeira representa uma taxa de crescimento natural e esperada e a segunda parcela representa um processo estocástico descrito como um movimento Browniano. A expressão para a precificação dos ativos esta apresentada abaixo:

$$P_t = P_{t-1} \times e^{r \times 1} + P_{t-1} \times \sigma \times W(t)$$

(Fonte: Prof. Leonel Molero Pereira)

Uma vez dados os inputs da fórmula de precificação do modelo de BlackScholes, pode-se facilmente resolve-la achando o valor da call. Para mais claro entendimento segue um segundo exemplo: suponha um ativo que esteja sendo comercializado no mercado à vista ao preço de R\$ 90; A taxa de juro livre de risco nessa economia é de 10% a.a. e o ativo em questão apresenta alto risco (em torno de 50% a.a). Deseja-se avaliar o preço de uma call com dada de exercício para seis meses a partir do momento atual e com preço de exercício de R\$ 100, para isso:

$$r = \ln(1 + i) \rightarrow r = \ln(1,1) = 0,09531 \text{ ou } 9,531\% \text{ (capitalização contínua)}$$

$$d1 = \frac{\ln(90/100) + 0,5 \times (0,09531 + \frac{1}{2} (0,5)^2)}{0,5 \times \sqrt{0,5}} = 0,020$$

$$d2 = \frac{\ln(90/100) + 0,5 \times (0,09531 - \frac{1}{2} (0,5)^2)}{0,5 \times \sqrt{0,5}} = -0,33$$

$$N(d1) = 0,5080$$

$$N(d2) = 0,3707$$

$$C = Pa \times N(d1) - Pex \times e^{-rt} \times N(d2)$$

$$C = 90 \times 0,5080 - 100 \times e^{-0,09531 \times 0,5} \times 0,3707$$

$$C = \text{R\$ } 10,38$$

Assim, o preço da call para um exercício em seis meses (0,5 anos) será de R\$ 10,38.

## Black & Scholes na Prática

### Volatilidade

Deve se observar a volatilidade da opção, ou seja, a volatilidade implícita (a que reflete o preço da opção sendo negociada). O processo consiste na comparação do preço da opção resultante da volatilidade histórica exponencial com período de 22 dias de análise (aproximadamente o número de dias úteis do mês) alimentada na célula da planilha com o preço da opção efetivamente negociado pelo mercado, procedendo ao ajuste do valor da volatilidade na célula da planilha até que preço teórico da opção se ajuste/coincida ao o preço negociação da opção (volatilidade implícita). Na imagem a seguir, há um exemplo com Volatilidade histórica de 50% do que resultaria em preço teórico da opção de R\$ 1,32 e o preço de mercado da opção para strike de R\$ 25,00 sendo negociado a R\$ 1,50, resultando em um ajuste de valor da volatilidade até que o preço na planilha se ajuste ao preço praticado pelo mercado, no exemplo: 57,50%, ou seja, volatilidade que o mercado está esperando para o ativo até a data de vencimento.

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	25,00	25,00	57,50%	14,00%	15	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\nu$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	1,50	0,552	0,113	-0,045	0,02	0,642
Puts	1,29	-0,448	0,113	-0,031	0,02	-0,653

Ajustada a volatilidade podemos então observar as gregas (na planilha). A função deste modelo é precificar as opções através do preço teórico, apontando a sensibilidade das opções mediante mudanças de certas variáveis.

### Gregas: Delta

Nas gregas o Delta mensura quanto à opção varia de preço para cada variação mínima do papel. Por exemplo:

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	25,00	25,00	70,00%	14,00%	15	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\nu$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	1,80	0,553	0,093	-0,053	0,02	0,629
Puts	1,59	-0,447	0,093	-0,040	0,02	-0,667

Para Calls - Se o ativo for de R\$ 25,00 para R\$ 25,10 o preço da opção tende a variar 55% da diferença ( $0,55 \times 0,10$ ), ou seja, correspondente ao valor do Delta.

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	25,10	25,00	70,00%	14,00%	15	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\nu$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	1,86	0,563	0,092	-0,053	0,02	0,641
Puts	1,55	-0,437	0,092	-0,040	0,02	-0,654

Supondo uma alta de R\$ 0,20 centavos:  $0,20 \times 0,56$  - a opção deve variar em torno de 0,11 centavos:

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	25,30	25,00	70,00%	14,00%	15	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\nu$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	1,97	0,581	0,090	-0,054	0,02	0,665
Puts	1,46	-0,419	0,090	-0,039	0,02	-0,630

À medida que o preço do ativo varia o Delta também varia, se o preço do ativo sobe o Delta também vai subir, porque o Strike da opção vai entrando pra dentro do dinheiro (ITM), da mesma forma, à medida que o papel vai caindo o strike da opção vai ficando fora do dinheiro (OTM) e, conseqüentemente, o Delta diminui.

Quando as opções estão fora do dinheiro, OTM, o Delta é menor relativamente comparado com as que estão dentro do dinheiro, ITM, ou seja, são menos sensíveis às variações de preço do ativo objeto; quanto mais fora à opção estiver do dinheiro menor será a movimentação da variação do preço do ativo objeto.

O Delta mede a probabilidade de exercício da opção no vencimento, e também aponta a direção da operação através da mensuração do saldo de Delta, sendo muito útil para efeito de controle de carteira com opções de vários strakes (pouco útil para pessoa física, mais para instituições financeiras). O saldo de Delta positivo indica uma carteira que se beneficia da alta do ativo, o saldo de Delta negativo indica uma carteira que se beneficia da queda do ativo. O Delta das Puts, por exemplo, é negativo, logo as Puts se beneficiam das quedas. O Delta neutro se beneficia da volatilidade.

Ou seja, para se beneficiar tanto de altas quanto de quedas, busca-se montar operações/carteira com Delta neutro, que são operações/carteiras que se beneficiariam da volatilidade. O Delta também se presta a informar a posição do strike (ITM, ATM ou OTM) em relação ao preço do papel. Quanto mais o papel subir maior o Delta da opção e, relativamente ao tempo, quanto mais perto do vencimento menor o Delta. Logo, não se deve operar opções muito próximo do exercício, já que a variação do preço do papel terá menos impacto no valor da opção, ou seja, quanto menor for o tempo de exercício menos impacto no preço da opção terá a variação do preço do papel.

#### *Gregas: Gamma*

Mensura o quanto o Delta varia para cada mudança no preço do ativo, segue exemplo na imagem a seguir:

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	25,00	25,00	70,00%	14,00%	15	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\upsilon$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	1,80	0,553	0,093	-0,053	0,02	0,629
Puts	1,59	-0,447	0,093	-0,040	0,02	-0,667

Para cada pequena variação mínima no preço do Ativo, o Gamma reflete o % dessa variação no Delta. Neste exemplo, para cada variação do ativo, 9% dessa variação impactará/refletirá de mudança no Delta.

Se o papel mudar de R\$ 25,00 para R\$ 25,10 o Delta tende a variar 0,00926 (0,10\*0,09).

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	25,10	25,00	70,00%	14,00%	15	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\nu$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	1,86	0,563	0,092	-0,053	0,02	0,641
Puts	1,55	-0,437	0,092	-0,040	0,02	-0,654

Essa modalidade não é de grande uso para o investidor de perfil pessoa física sendo mais utilizado dentro de instituições.

As opções que mais se movimentam (maior potencial de explosão) são as opções no dinheiro, ATM (maior Gamma) - ou seja, opções ATM são ideais para trades de curto prazo. Tanto as Puts quanto as Calls possuem o mesmo Gamma. Portanto, para trades de curto prazo, buscando se beneficiar de grandes movimentos, as melhores opções são as ATM's. Relativamente ao tempo, opções com prazo de exercício maior tem Gamma menor.

#### Gregas: Theta

O Theta mensura o quanto de valor a opção perde para cada dia que passa.

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	25,00	25,00	70,00%	14,00%	15	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\nu$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	1,80	0,553	0,093	-0,053	0,02	0,629
Puts	1,59	-0,447	0,093	-0,040	0,02	-0,667

Na condição exemplificada, a opção, cotada a R\$ 1,80, perde R\$ 0,05 a cada dia que passa. Ou seja, sempre que se compra opções, o individuo estará pagando pela passagem do tempo. Ao comprar opções é ideal que sejam feitas movimentações rápidas, pois do contrário, mesmo acertando a direção de investimento, o resultado pode ser prejuízo somente com a passagem do tempo. Exemplo: No decorrer de 10 dias, o papel foi para R\$ 26,25.

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	26,25	25,00	70,00%	14,00%	5	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\upsilon$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	1,80	0,716	0,131	-0,051	0,01	0,296
Puts	0,48	-0,284	0,131	-0,032	0,01	-0,138

Ou seja, mesmo com o papel subindo, não há sucesso no trade.

O Theta (fator negativo) é menor para as opções ATM (opções que mais perdem com a passagem do tempo), ou seja, à medida que a opção fica mais ITM ou OTM ela passa a ser menos impactada pela passagem do tempo. As opções no dinheiro, ATM, é onde estão concentradas as maiores expectativas do mercado, (por isso que o Gamma é maior), e por isso que são as opções que mais perdem dinheiro à medida que o tempo passa.

O Theta para Calls e Puts não é o mesmo. O Theta é maior em opções com prazo de vencimento maior. Assim, o remunerador de carteira deverá buscar operações com prazo maior a fim de se beneficiar com a passagem do tempo. As opções mais curtas são as que menos perdem valor com a passagem do tempo.

#### Gregas: Vega

Mensura o quanto a opção varia para cada 1% de variação na volatilidade. Exemplo: Variação da volatilidade de 70% para 71%.

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	25,00	25,00	70,00%	14,00%	15	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\upsilon$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	1,80	0,553	0,093	-0,053	0,02	0,629
Puts	1,59	-0,447	0,093	-0,040	0,02	-0,667

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	25,00	25,00	71,00%	14,00%	15	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\upsilon$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	1,82	0,554	0,091	-0,054	0,02	0,628
Puts	1,62	-0,446	0,091	-0,040	0,02	-0,667

O Vega é o mesmo para Calls e Puts. É útil para quem compra/vende volatilidade (por meio da comparação/observação entre a vol calculada e a vol implícita). Há que se mensurar/balancear o ganho com a variação da volatilidade versus a perda pela passagem do tempo. O Vega é maior nas opções no dinheiro (ATM) - praticamente da mesma forma que o Gamma, o Gamma está associado a aceleração/explosão, por conseguinte, à volatilidade.

#### Gregas: Rho

Mensura o quanto a opção varia para cada mudança na taxa de juros.

### Compra e Venda de Volatilidade com Delta Hedge

É a operação onde o investidor se beneficia do aumento ou da diminuição da volatilidade. As compras de volatilidade com Delta Hedge precisam ser rápidas, pois as opções perdem com a passagem do tempo. As vendas de volatilidade precisam de movimentos comportados do mercado, pois se beneficiam com a passagem do tempo.

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	25,00	25,00	70,00%	13,75%	20	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\upsilon$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	2,09	0,561	0,080	-0,053	0,03	0,833
Puts	1,82	-0,439	0,080	-0,040	0,03	-0,893

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	25,00	25,00	100,00%	13,75%	20	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\upsilon$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	2,92	0,571	0,056	-0,072	0,03	0,793
Puts	2,65	-0,429	0,056	-0,060	0,03	-0,933

Só com a variação da volatilidade a opção já se precifica, como no exemplo da imagem acima, indo de R\$ 2,09 para 2,92.

O Vega indica o quanto à opção perde ou ganha de valor. Ou seja, por exemplo se a volatilidade for para 80%, temos a variação de 10 pontos percentuais. Multiplicando pelo Vega obtemos a variação no preço da opção. Como demonstra o exemplo, o

aumento de R\$ 0,27 centavos. Ou seja, se a volatilidade aumentar 10 pontos a opção vai a R\$ 2,37.

O Vega é muito utilizado para projetar o quanto se pode ganhar ou perder. Ao comprar volatilidade, o investidor perde com a passagem do tempo (no mercado parado, ou seja, equivalente ao valor do Theta para cada dia que o mercado não anda). No exemplo, para cada dia que o mercado não anda o investidor deixa 0,05 centavos na mesa (Theta), da mesma forma, quando a gente está vendendo Volatilidade os mesmos R\$ 0,05 seriam ganhos.

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	25,00	25,00	80,00%	13,75%	20	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\nu$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	2,37	0,564	0,070	-0,059	0,03	0,819
Puts	2,10	-0,436	0,070	-0,046	0,03	-0,908

### Volatilidade Histórica e Implícita

A volatilidade histórica mede a variação de preços em um determinado período no passado (um mês, um ano...). Essa análise é útil para quem está tentando identificar tendências, como o momento certo para comprar ou vender uma ação. No entanto, vale destacar que o que aconteceu no passado não necessariamente deve se repetir.

A implícita é aquela presente no preço da opção, a vol que o mercado está esperando. Para saber se é o momento ideal para comprar ou vender volatilidade pode-se comparar o modelo que estima a vol com a vol que o mercado está praticando (implícita, presente no preço da opção). Para se estimar a vol correspondente, o adequado é utilizar a engenharia reversa: (i) tentativa e erro ou (ii) com os recursos do próprio Excel: Dados >> Teste de Hipóteses >> Atingir meta.

Utilizando dados da VALE em 06/12/2016. No primeiro campo, indicar a célula que se pretende mudar: no caso, B6, no segundo o valor de ajuste (preço de mercado: R\$ 1,76) e, por fim, a célula correspondente à volatilidade (D3).

	Valor do ativo	Strike da Opção	Volatilidade	Taxa de Juros	Prazo (D.U.)	
	27,67	27,98	47,44%	13,75%	27	
	Teórico	$\Delta$ Delta	$\Gamma$ Gamma	$\theta$ Theta	$\nu$ Vega	$\rho$ Rhô
Calls	1,76	0,540	0,092	-0,042	0,04	1,243
Puts	1,66	-0,460	0,092	-0,028	0,04	-1,356

Para vol de 47,44% o preço teórico se ajusta ao preço da opção: R\$ 1,76. Assim, a vol implícita é 47,44%. Para analisar se é o momento ideal para se comprar ou vender volatilidade é só comparar a vol do mercado com a vol calculada: 58,25% e 47,44%. Se a vol que o mercado está trabalhando está menor que a vol calculada é o momento para comprar volatilidade, porque os modelos estão estimando um vol maior do que a praticada pelo mercado. O ideal é buscar operações com margens confortáveis e operações com diferença de volatilidade que impliquem retorno de no mínimo 20% do preço da opção, para compensar o risco.

Diferentes strikes possuem diferentes volatilidades implícitas (Skew de volatilidade). Quanto mais (negativamente) inclinada a curva, maior a probabilidade do mercado cair. Quando a vol implícita dentro do dinheiro (ITM) estiver muito elevada, maior a probabilidade de queda (quedas aumentam a percepção de risco, logo, precificam maior Delta). As opções fora do dinheiro tem uma volatilidade implícita mais baixa. Nas altas a volatilidade tende a diminuir e nas quedas a aumentar (quanto maior a percepção de risco maior a volatilidade).

STRIKE \$	VI
22,98	5,30 52,39%
23,98	4,44 50,51%
24,98	3,67 50,19%
25,98	2,95 49,09%
26,98	2,31 48,06%
27,98	1,77 47,43%
28,98	1,32 46,84%
29,48	1,12 46,33%
30,98	0,66 45,30%



Diferentes vencimentos para um mesmo strike possuem volatilidades implícitas diferentes (Estrutura a termo da volatilidade) e esta é uma forma de estimarmos a tendência do mercado. Quanto maior a volatilidade implícita à frente, ou seja, se a curva

for ascendente, mais o mercado irá precificar os riscos para os próximos vencimentos, como a curva do exemplo é descendente o mercado está precificando momentos mais tranquilos à frente. As opções com mais tempo valem mais (tem mais taxa), mas a volatilidade embutida em cada uma é menor.



Ao acreditar que a volatilidade vai aumentar, realiza-se a compra de volatilidade. A operação indicada é vender o ativo e comprar Calls zerando o Delta. O primeiro passo é comparar a volatilidade calculada com a VI de uma opção ATM de no mínimo 10 dias (menos que isso o ideal é buscar o próximo vencimento). Se a vol calculada for maior que a implícita, o segundo passo é montar a estratégia: venda do ativo e compra das Calls zerando o delta. O delta é zerado dividindo o valor do delta do papel pelo delta da opção, por exemplo  $1$  (delta do papel) /  $0,5$  (delta opção) =  $2$ , portanto comprar o dobro de opções do que vender do papel.

Controle do Risco: quanto que investidor pode perder para cada dia que passa é o efeito Theta, o quanto ele pode ganhar vai de acordo com o Vega. Na compra de vol o investidor fica posicionado na operação no máximo três dias ( $3 \times$  Theta), geralmente dois dias. Se a volatilidade se encontrar em 53% e o investidor espera que ela chegue em 70%, a expectativa é de 17 pontos percentuais de diferença, ou seja 17 Vegas. O investidor ganha com o aumento da volatilidade (expectativa inicial do trade) e também com a queda do papel (no caso de desvalorização) e na alta das calls (no caso de valorização), desta forma só perde com pela passagem do tempo, efeito Theta (correspondente a queda no valor da opção).

A venda de volatilidade é uma estratégia um pouco polêmica, porque são os grandes movimentos que dão maiores retorno, ou seja, eventos pouco esperados que

trazem grandes resultados, essa é base filosófica de quem compra volatilidade, acreditar que movimentos fortes pra cima ou pra baixo oferecem melhor oportunidade. Há que se considerar também que a situação para quem está comprado volatilidade implica risco limitado: se o mercado subir ganha nas opções e perde no papel e se o mercado cair o oposto.

Agora, estando vendido em vol e sucedendo alta, ou seja, se a vol subir, o prejuízo poderá ser bem maior do que o esperado. Então, o investidor tem que tomar um cuidado com a venda de volatilidade. No entanto, vale notar: na maior parte do tempo a vol está caindo (a vol costuma explodir e depois vai caindo aos poucos, em períodos mais longos, vide grandes crises e recuperações).

O primeiro passo para a venda da volatilidade é comparar a VC e VI de uma opção no dinheiro (ATM) com mínimo de 10 dias para o vencimento, se a VC <<< VI, então, vender volatilidade. Na venda o ajuste do delta é obrigatório (ajustar as quantidades em função da variação do fator à medida que o Delta se altera. ou seja, buscando zerar o saldo de Delta). O segundo passo é comprar o ativo e vender Calls zerando o delta. Passo 3: entender o ajuste do Delta.

O ajuste do delta é feito sempre que houver alteração do mesmo em determinado percentual (exceto para pequenas mudanças). Quanto mais ajustes forem feitos, menor será o lucro. O lucro máximo se dá quando a opção vira pó (não dá exercício). A melhor sugestão é: se o mercado cair fazer o ajuste no papel, e se o mercado subir fazer o ajuste na opção. Optar pelo ajuste nas opções no caso de queda implicaria em ficar muito mais vendido em opções, ficando muito exposto no caso de reversão do mercado para alta. Por se tratar de uma venda de vol, caso seja necessário fazer ajustes significa que o investidor errou a trade, ou seja, a vol subiu quando o esperado era que caísse.

## Conclusão

Se for comprar volatilidade a melhor opção é no dinheiro, ATM, ou seja, se a gente está esperando que o mercado vá se movimentar rapidamente em um curto espaço de tempo pra cima/baixo, as opções que devemos trabalhar são as ATM. Comprar volatilidade é comprar movimento. Relativamente ao tempo, a volatilidade já não tem tanto impacto sobre opções mais próximas do vencimento, ou seja, o Vega é maior nas opções mais longas.

Não se pode trabalhar opções muito curtas em compra/venda de volatilidade, em menos de uma semana para o vencimento não é viável trabalhar com uma opção esperando explosão do mercado, porque a volatilidade já não tem mais tanto impacto. O investidor deve evitar vender volatilidade em opções com menos de 5 dias uteis. Deve evitar ficar vendido em  $\Delta < 0,30$ , mas se acontecer, rolar para outra com  $\Delta$  de 0,50, em hipótese alguma o investidor deve ficar vendido à descoberto.

## REFERENCIAS

ASSAF NETO, A. *Mercado Financeiro*. 12ª ed. Editora Atlas S. A. São Paulo – 2014.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. *Introdução aos investimentos*. 2018.

FORTUNA, E. *Mercado Financeiro: produtos e serviços*. 11 ed. – Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1999.

GIUDICCE, T. L.; ESTENDER, A. C. *O Processo de Análise de Investimentos Financeiros em Instituições Financeiras*. Caderno de Administração v. 1, 2017.

PESENTE, R. *Mercados Financeiros*. Salvador: UFBA, Faculdade de Ciências Contábeis; Superintendência de Educação à Distância, 2019.

SANTOS, J. R. R. *Poupança, investimento e intermediação financeira: conceitos básicos*. In: CASTRO, H. O. P. (Coord.). *Introdução ao mercado de capitais*. Rio de Janeiro: IBMEC, 2009b.

SANTOS, J. R. R. *Poupança, investimento e intermediação financeira: conceitos básicos*. In: CASTRO, H. O. P. (Coord.). *Introdução ao mercado de capitais*. Rio de Janeiro: IBMEC, 1979b.

SANTOS, M. C. *Investimentos no Mercado Financeiro: Um estudo de caso do Unibanco S.A.*. Florianópolis, 2004a.

TORRES, I. A.; BARROS, F. S. *Investimentos Financeiros: uma análise dos alunos investidores de uma Instituição de ensino superior de Brasília – DF*. Universitas Gestão e TI, Brasília, v. 4, n. 1, p. 39-53, jan. /jul. 2014.

FERREIRA, Rodrigo. *Como Planejar, Organizar e Controlar seu Dinheiro: Manual de finanças pessoais*. São Paulo: Thomson, 2006. 160 p.

FORTUNA, Eduardo. *Mercado Financeiro: Produtos e Serviços*. 20ª ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2015. 1096 p.

BANCO DO BRASIL. Disponível em: < [https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/voce/produtos-e-servicos/investimentos/analise-de-perfil-do-investidor#/>](https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/voce/produtos-e-servicos/investimentos/analise-de-perfil-do-investidor#/) Acesso em: 23 de Janeiro de 2021.

GROPPELLI, A. A.; NIKBAKHT, Ehsan. *Administração financeira*. 2.ed São Paulo: Ed. Saraiva, 2012. 496 p

LIMA, Iran Siqueira; LIMA, Gerlando Augusto Sampaio Franco de; PIMENTEL, Renê Coppe. Curso de mercado financeiro. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 417 p.

MATTAR, Fauze Najib. Pesquisa de marketing. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2015. 275 p

OLIVEIRA, Gilson Alves de; PACHECO, Marcelo Marques. Mercado financeiro: objetivo e profissional. São Paulo: Fundamento Educacional, 2016. 323 p.

ASSAF NETO, Alexandre. Mercado financeiro. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2015. 403 p.