



**SCHOOL OF
ECONOMICS &
MANAGEMENT
LISBON**

MESTRADO EM FINANÇAS
ESPECIALIZAÇÃO EM MERCADOS FINANCEIROS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

EXPECTATIVAS DOS INVESTIDORES IMPLÍCITAS NOS
PREÇOS DAS OPÇÕES: REACÇÕES ÀS POLÍTICAS
MONETÁRIAS DO BCE E DA FED

POR JOÃO MIGUEL NOGUEIRA DE SOUSA

SETEMBRO - 2013



**SCHOOL OF
ECONOMICS &
MANAGEMENT
LISBON**

MESTRADO EM FINANÇAS
ESPECIALIZAÇÃO EM MERCADOS FINANCEIROS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

EXPECTATIVAS DOS INVESTIDORES IMPLÍCITAS NOS
PREÇOS DAS OPÇÕES: REACÇÕES ÀS POLÍTICAS
MONETÁRIAS DO BCE E DA FED

POR JOÃO MIGUEL NOGUEIRA DE SOUSA

ORIENTAÇÃO:

PROFESSOR DOUTOR JORGE BARROS LUÍS

SETEMBRO - 2013

Abstract

Financial derivatives have properties that allow the extraction of valuable information about the investors' expectations. It's possible to estimate the risk-neutral probability density function (DNR) implied in option prices for the underlying asset at maturity. The forward-looking nature of options makes the information extraction to have significant advantages over the methods based in historical data.

During the actual financial crisis, Fed and ECB assume a key-role through stimulus they give to the economies. The present study examines the short-term reactions of the investors behind underlying assets with distinct levels of risk (equity indices and short term interest rate) and geographical areas (Euro Zone and USA) in the scope of policy monetary decisions enabling a complete analysis of the investors' profile.

The studied events contribute to rise the expected value of equity indices, along with lower uncertainty and probability of extreme outcomes. Concerning interest rates, the effect of the meetings were less evident. Those described effects are more significative on the ECB meeting despite the Fed announcement to continue non-standard monetary policy, with the program of *Quantitative Easing*.

Key-words: option pricing, risk-neutral density, mixture of log-normal distribution, Federal Reserve, European Central Bank, unconventional monetary policy

Resumo

Os derivados financeiros possuem propriedades que permitem extrair informação valiosa acerca das expectativas dos investidores. É possível estimar a função densidade de probabilidade neutra ao risco (DNR) implícita nos preços das opções para o activo subjacente na sua data de vencimento. As técnicas de extracção de informação baseiam-se na natureza prospectiva das opções, possuindo significativas vantagens face aos métodos baseados em dados históricos.

Durante a crise financeira actual, a Fed e o BCE assumiram um papel-chave através dos estímulos que fornecem às economias. O presente estudo pretende avaliar as reacções de curto prazo dos investidores através de activos subjacentes de distintos níveis de risco (índices accionistas e taxas de juro de curto prazo) e áreas geográficas (Zona Euro e EUA), no contexto de decisões de política monetária, permitindo assim caracterizar de forma abrangente o perfil de expectativas dos investidores.

Os eventos em estudo contribuíram para o aumento do valor esperado dos índices accionistas, sendo acompanhados por uma diminuição da incerteza e da probabilidade de realizações extremas. Relativamente às taxas de juro de curto prazo, os efeitos das reuniões foram menos evidentes. Os efeitos descritos são mais significativos no âmbito da reunião do BCE apesar do anúncio da continuidade da política monetária não-convencional da Fed através do programa de *Quantitative Easing*.

Palavras-chave: valorização de opções, densidade neutra ao risco, mistura de distribuições log-normais, Reserva Federal, Banco Central Europeu, medidas de política monetária não-convencional.

Índice

Abstract.....	i
Resumo.....	ii
Tabela de Índices.....	iii
Índice de Anexos.....	iii
Agradecimentos.....	iv
Introdução.....	1
1. Revisão de Literatura.....	3
1.1. Enquadramento teórico das opções.....	4
1.2. O modelo de Black-Scholes.....	6
1.3. A hipótese da valorização neutra ao risco.....	10
1.4. Relação entre os preços das opções e as funções densidade de probabilidade neutras ao risco.....	12
1.5. Metodologias de estimação das funções densidade de probabilidade implícitas nos preços das opções.....	16
1.6. As políticas monetárias do BCE e da Fed no contexto da crise.....	19
2. Metodologia.....	21
3. Dados.....	24
4. Resultados.....	27
5. Conclusões.....	34
Referências.....	

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Resumo dos momentos estatísticos para o Eurostoxx 50.....	30
Tabela 2 – Resumo dos momentos estatísticos para o futuro da Euribor a 3 meses....	31
Tabela 3 – Resumo dos momentos estatísticos para o S&P500.....	33
Tabela 4 – Resumo dos momentos estatísticos para o futuro de <i>eurodollar</i>	34

Índice de Figuras

Figura 1 – Lucro e <i>payoff</i> da estratégia <i>butterfly spread</i>	12
Figura 2 – Funções de probabilidade neutra ao risco do Eurostoxx 50 com maturidade em 19 de Setembro de 2013, nos dias 3 e 7 de Julho de 2013.....	29
Figura 3 – Funções de probabilidade neutra ao risco do futuro sobre a Euribor a 3 meses com maturidade em 19 de Setembro de 2013, nos dias 3 e 7 de Julho de 2013.	30

Expectativas dos Investidores Implícitas nos Preços das Opções: Reacções às Políticas Monetárias do BCE e da Fed

Figura 4 – Funções de probabilidade neutra ao risco do S&P500 com maturidade em 19 de Julho de 2013, nos dias 30 de Abril e 6 de Maio de 2013.....	32
Figura 5 – Funções de probabilidade neutra ao risco do futuro sobre <i>eurodollar</i> com maturidade em 19 de Julho de 2013, nos dias 30 de Abril e 6 de Maio de 2013.....	33
Anexos	
Anexo A.....	39
Anexo B.....	39
Anexo C.....	40
Anexo D.....	40
Anexo E.....	41
Anexo F.....	41

Agradecimentos

Quero em primeiro lugar agradecer ao meu orientador, Doutor Jorge Barros Luís, por ter despertado o meu interesse nesta temática desconhecida por mim até então e pelos conhecimentos que me transmitiu com toda a sua experiência e sabedoria.

Quero agradecer aos meus pais, irmãs e avós por sempre me terem apoiado e incentivado ao longo do meu percurso académico e me transmitirem os valores e ideais que sempre seguirei ao longo da vida.

À Raquel, a mulher da minha vida, por se assumir como a base do meu equilíbrio emocional e por ter compreendido todos os meus períodos de ausência devido aos estudos, principalmente em épocas de exames e na elaboração desta dissertação.

Quero também agradecer aos melhores amigos do mundo por partilharmos uma longa e verdadeira amizade, e por estarem sempre comigo nos bons e nos maus momentos.

Adicionalmente, quero agradecer aos meus colegas da faculdade que, ao longo destes 5 anos, partilharam comigo conhecimentos e dúvidas durante as inúmeras noites de estudo no ISEG, principalmente ao Grupo dos Masters.

Sem todos vocês não seria a pessoa feliz que sou hoje. Muito obrigado!

Introdução

O mercado de derivados financeiros tem sofrido grandes desenvolvimentos com contratos cada vez mais complexos e numerosos, atingindo um volume de transacções superior a 8 vezes o valor do PIB mundial em 2011. Os preços destes activos reflectem as expectativas dos intervenientes de mercado relativamente à evolução das suas determinantes económicas. Os contratos de futuros ou *forwards* indicam o valor esperado do activo subjacente na maturidade do contrato. As opções financeiras têm um forte poder informativo, sendo possível, através dos seus preços de mercado, estimar a função densidade de probabilidade total para o activo subjacente num momento futuro, assumindo a hipótese de neutralidade ao risco.

O modelo de valorização de opções desenvolvido por Black e Scholes (1973) teve um grande impacto ao nível académico e dos mercados financeiros. Cox e Ross (1976) introduziram os princípios de valorização neutra ao risco dos activos financeiros, demonstrando que o preço de uma opção representa o valor esperado do ganho futuro descontado à taxa de juro sem risco. Breeden e Litzenberger (1978) demonstraram que seria possível estimar, a partir dos preços de mercado das opções, a função densidade de probabilidade neutra ao risco (DNR – Densidade Neutra ao Risco) do preço do activo subjacente no momento do vencimento do contrato. A partir destes desenvolvimentos, esta temática tem vindo a merecer a atenção dos bancos centrais e de investigadores académicos devido à riqueza de informação contida nas opções.

A extracção desta informação implícita nos preços das opções revela-se de extrema utilidade para a tomada de decisões de política monetária dos bancos centrais, possibilitando uma análise das expectativas dos agentes de mercado relativamente a desenvolvimentos futuros de diferentes variáveis financeiras como as taxas de juro,

taxas de câmbio, índices accionistas e até mesmo taxas de inflação. Também ao nível das instituições financeiras e dos investidores em geral, estas informações são pertinentes para a gestão de carteira e do risco nos diferentes domínios em que estes actuam. As estimações das funções de probabilidade neutras ao risco (DNR) têm a vantagem de serem de natureza prospectiva, ao contrário dos métodos baseados em dados históricos. É possível estimar a forma completa da DNR que contém informação sobre os momentos de ordem superior a 1, nomeadamente medidas de incerteza, assimetria e curtose, permitindo efectuar uma análise das expectativas dos investidores de uma forma mais abrangente.

O Trabalho Final de Mestrado centra-se na extracção de informação contida nos preços de opções com activos subjacentes de características distintas ao nível do risco (índices accionistas e taxas de juro de curto prazo) e da região geográfica associados (Zona Euro e Estados Unidos da América). Os principais objectivos serão a análise das alterações nas expectativas dos investidores acerca da evolução dos activos subjacentes no âmbito de decisões do Banco Central Europeu (BCE) e da Reserva Federal Americana (Fed) em 4 de Julho e 1 de Maio de 2013, respectivamente.

Na sequência da crise do *subprime* nos EUA (2007) e das dívidas soberanas na Zona Euro (2010), as taxas de juro de referência fixaram-se em níveis mínimos históricos, com valores próximos de zero. Este instrumento das autoridades monetárias revelou-se, no entanto, insuficiente, sendo necessária a implementação de medidas não-convencionais de política monetária, de forma a estimular a recuperação das economias. Pretende-se avaliar também a credibilidade deste tipo de medidas, através de uma análise comparativa entre a Zona Euro e os EUA, analisando as reacções das

expectativas ao nível da incerteza, assimetria e curtose atribuídas pelos intervenientes de mercado, num horizonte de curto prazo.

A organização desta dissertação assenta em cinco capítulos. No primeiro capítulo, far-se-á a revisão de literatura no que respeita à temática das opções, nomeadamente a sua valorização e as diferentes metodologias existentes para a extracção de informação implícita nos seus preços, bem como um breve enquadramento sobre as políticas monetárias expansionistas adoptadas pelo BCE e pela Fed no contexto de crise. Num segundo capítulo, expõe-se a metodologia utilizada e as principais justificações para a sua implementação em detrimento de outras. O terceiro capítulo descreve as particularidades ao nível dos dados utilizados, seguindo-se o capítulo com os resultados obtidos. No último capítulo, elaboram-se as principais conclusões e propõe-se também futuras investigações possíveis neste âmbito.

1. Revisão de Literatura

Neste capítulo de revisão literária, numa primeira secção, faz-se o enquadramento teórico dos principais conceitos associados às opções financeiras, nomeadamente a sua definição e valorização na data de maturidade, bem como a terminologia usualmente aplicada no contexto do mercado de opções. Na secção seguinte, introduz-se o modelo de Black-Scholes, o mais usado hoje em dia para valorizar uma opção na data anterior ao seu vencimento, descrevendo as suas propriedades e expondo-se também as suas principais limitações. A terceira secção aprofunda a hipótese da neutralidade ao risco, muito importante na valorização das opções e que estará presente nos métodos de extracção da informação implícita nos preços dos derivados. Na quarta secção, apresentam-se os desenvolvimentos de Breeden e Litzenberger (1978) ao nível da relação teórica entre os preços das opções e as funções densidade de probabilidade

neutras ao risco para o preço do activo subjacente. As diferentes metodologias para a estimação dessas funções implícitas nos preços de mercado das opções serão apresentadas na quinta secção deste capítulo, realçando as suas principais vantagens e desvantagens e também as suas aplicações e estudos mais relevantes em diferentes domínios. Na última secção da revisão literária, faz-se um breve enquadramento das políticas monetárias do BCE e da Fed no contexto da crise actual.

1.1. Enquadramento teórico das opções

As opções financeiras são instrumentos derivados, em que o seu valor depende das flutuações do activo subjacente, e constituirão o instrumento-base desta dissertação, tornando-se essencial definir alguns aspectos fundamentais das mesmas.

Uma opção é um contrato entre duas partes que dá ao seu comprador o direito (mas não a obrigação) de comprar ou de vender um determinado activo (o subjacente) a um preço pré-definido (o preço de exercício) numa data futura (maturidade ou data de vencimento) que geralmente está sujeito ao pagamento de um prémio inicial (preço da opção)¹. Distinguem-se então opções de compra (*call options*) e opções de venda (*put options*) consoante o direito é de comprar ou de vender o activo subjacente.

As opções distinguem-se também consoante a possibilidade de exercício das mesmas. As opções europeias só podem ser exercidas na sua data de vencimento e as opções americanas têm a particularidade de poderem ser exercidas em qualquer momento durante o período de vida da opção até à sua maturidade.

Um dos assuntos mais debatidos prende-se com a valorização das opções financeiras. Na data da maturidade, o seu valor não apresenta grandes dificuldades de compreensão: no caso de o rendimento ser positivo, o detentor da opção irá exercê-la e

¹ Na LIFFE, por exemplo, as opções não são pagas no momento da aquisição da opção

no caso em que o rendimento é negativo, o exercício não fará sentido e a opção assume um valor nulo. No caso de uma *call*, o *payoff* na maturidade será então:

$$(1) \text{Max } [S_T - K, 0]$$

onde S_T é o valor do activo subjacente (*spot*) na data de maturidade e K representa o preço de exercício da opção. Assim, a opção de compra será exercida quando $S_T > K$ sendo que o rendimento gerado corresponde à diferença entre estas duas parcelas. Se $S_T \leq K$ a opção não será exercida assumindo o valor zero. No caso de uma *put*, o *payoff* na data da sua maturidade corresponde a:

$$(2) \text{Max } [K - S_T, 0]$$

pelo que o detentor da opção irá exercê-la apenas quando o valor do activo subjacente na maturidade for inferior ao preço de exercício, sendo o rendimento correspondente à diferença entre as duas parcelas. De referir que não se tem em conta o prémio inicial pago pela detenção da opção que irá resultar numa diminuição do rendimento total.

Podem distinguir-se as opções consoante o resultado financeiro que proporcionam ao seu detentor. Assim, uma opção *call* diz-se *in-the-money* quando $S_T > K$, originando um ganho se for exercida. No caso do rendimento gerado pelo exercício da opção ser nulo, a opção encontra-se *at-the-money* ($S_T = K$) e na situação em que $S_T < K$ a opção de compra diz-se estar *out-of-the-money*, não valendo a pena exercê-la. Para as *puts*, a terminologia aplicada será a inversa consoante o ganho.

1.2. O modelo de Black-Scholes

O valor de uma opção numa data anterior ao seu vencimento não é tão simples de ser determinado, mas a fórmula de *pricing* de uma opção mais utilizada hoje em dia pelas instituições financeiros é o modelo de Black-Scholes-Merton (vulgo Black-

Scholes). Este modelo foi inicialmente desenvolvido em 1973 para opções europeias e com base numa acção que não pagava dividendos. Posteriormente, adaptou-se o modelo tendo em conta activos que pagassem dividendos, permitindo calcular o valor de um vasto leque de opções numa data anterior à sua maturidade.

O modelo de Black-Scholes tem algumas hipóteses pouco realistas. Assume que os retornos de uma acção têm distribuição normal, logo, a distribuição do preço do activo segue uma distribuição log-normal. No entanto, não existe evidência empírica nos mercados financeiros que os activos sigam este tipo de distribuição, constituindo-se como uma das mais fortes limitações do modelo.

Assume-se também que a volatilidade é constante ao longo de todos os preços de exercício de uma opção e até à sua maturidade. Pode-se facilmente observar, a partir dos preços de mercado das opções, que a relação entre a volatilidade implícita no preço das opções e o seu respectivo preço de exercício apresenta uma função convexa denominada por *volatility smile*². A lógica subjacente é a de que, num cenário de maior volatilidade, a probabilidade de opções com preços de exercício mais afastados do valor esperado do activo subjacente na maturidade estarem *in-the-money* é maior e, conseqüentemente, o prémio a pagar será superior.

A volatilidade do activo subjacente assume-se como um parâmetro constante do modelo de Black-Scholes. No entanto, existe evidência empírica que esta hipótese não se verifica, pelo que modelos de volatilidade estocástica como o ARCH e o GARCH têm sido utilizados na sua previsão. Segundo Nicolau (2011), as séries de volatilidade apresentam um fenómeno denominado por *volatility clustering* em que a períodos de forte (fraca) volatilidade se seguem períodos de forte (fraca) volatilidade com um

² Ver Wilmott (1998)

considerável grau de persistência. Por outro lado, de acordo com o modelo, numa série de opções com o mesmo preço de exercício e maturidades diferentes, é observável através dos preços de mercado que a volatilidade implícita geralmente aumenta com o tempo até à maturidade devido ao superior nível de incerteza associado a um maior horizonte temporal³.

O modelo de Black-Scholes pressupõe que os retornos do activo subjacente seguem uma distribuição normal. Porém, os retornos observados nos mercados tendem a apresentar distribuições de caudas pesadas (*kurtosis* maior que 3)⁴. Assim, a probabilidade atribuída pelo mercado para a ocorrência de eventos extremos é superior à probabilidade calculada através do modelo de Black-Scholes, com distribuição normal para os retornos (ver Nicolau, 2011).

Todas as referidas limitações do modelo não o impedem de ser amplamente usado actualmente pelos agentes dos mercados financeiros para a valorização de opções, dada a sua simplicidade ao nível dos parâmetros a estimar.

Este modelo assume que o preço do activo subjacente segue um processo estocástico conhecido como movimento geométrico Browniano. A equação diferencial estocástica correspondente será:

$$(3) dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dz$$

$$\text{logo: } (3.a) \frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma dz$$

onde dS_t representa as variações instantâneas do preço do activo subjacente, μ é a taxa instantânea de rendibilidade esperada (parâmetro de tendência) e σ o desvio padrão instantâneo dos retornos desse activo e são considerados constantes. dz são incrementos esperados no intervalo dt associados ao processo de Wiener, com distribuição normal e

³ Ver, por exemplo, Xu and Taylor (1994)

⁴ Ver Hull (2011)

independentes. Esta equação é o modelo mais usado para descrever o comportamento do preço de uma acção (ver Hull, 2011).

A equação anterior pode ser também vista como um processo de Itô, em que os seus parâmetros são funções do valor do activo subjacente e também do tempo. Neste caso, utilizando o Lema de Itô⁵ para se aferir o processo seguido pelo activo, tem-se:

$$(4) \ln S_T - \ln S_t \sim \phi \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma^2 T \right]$$

ou seja,

$$(5) \ln S_T \sim \phi \left[\ln S_t + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma^2 T \right]$$

onde $\phi(a,b)$ representa uma distribuição normal com média a e variância b . Este resultado implica que a distribuição de probabilidade do activo subjacente na data de vencimento da opção, dado o seu preço actual, segue uma distribuição log-normal, logo, os seus retornos seguirão uma distribuição normal.

O preço da opção e o seu activo subjacente evoluem num cenário de incerteza que é inerente aos mercados financeiros. Um dos princípios subjacentes ao modelo de Black-Scholes é o facto de ser possível construir uma carteira com retorno certo correspondente à taxa de juro sem risco que se assume ser conhecida e constante ao longo do período de vida da opção. Essa carteira seria constituída por uma posição longa (curta) no activo *spot* e uma posição curta (longa) numa opção sobre esse mesmo activo subjacente, com o montante de cada posição a depender do delta⁶ da opção. De notar que esta carteira apenas se manterá imune a variações do activo subjacente num período instantâneo de tempo, tendo de se ajustar as posições frequentemente para se manter neutra ao risco (ver Elton e Gruber, 2008).

⁵ Kiyoshi Itô (1951)

⁶ Mede o impacto no preço da opção devido a alterações no preço do activo subjacente

Surge assim a equação diferencial de Black-Scholes⁷ que estabelece a condição a que o preço da opção de compra terá de respeitar sob as hipóteses de neutralidade ao risco dos investidores (aprofundada na secção seguinte), bem como a ausência de custos de transacção e a informação perfeita e simétrica nos mercados:

$$(6) \frac{\delta C}{\delta t} + rS \frac{\delta C}{\delta S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\delta^2 C}{\delta S^2} = rC$$

As fórmulas fechadas de Black-Scholes para uma *call* e uma *put* europeias que constituem a solução da equação diferencial serão respectivamente:

$$(7) C(X)_t = SN(d_1) - Ke^{-r\tau}N(d_2)$$

$$(8) P(X)_t = Ke^{-r\tau}N(-d_2) - SN(-d_1)$$

com

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \quad \text{e} \quad d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} = d_1 - \sigma\sqrt{\tau}$$

em que S representa o valor do activo no mercado *spot*, r a taxa de juro sem risco anual, $N(a)$ representa a função de distribuição normal estandardizada para o valor a , σ o desvio-padrão do activo e τ o tempo até à maturidade da opção.

1.3. A hipótese da valorização neutra ao risco

A hipótese da neutralidade ao risco é uma importante ferramenta para a valorização dos derivados financeiros. Está implícito na equação diferencial de Black-Scholes que a sua solução é completamente independente das preferências dos investidores face ao risco. Por simplificação, considera-se que os investidores são neutros ao risco: a utilidade associada a um evento certo e a um evento incerto com os mesmos valores esperados é exactamente a mesma. Conclui-se assim que os investidores são indiferentes face a estes dois eventos, não exigindo qualquer prémio para assumir riscos.

⁷ Ver Hull (2011)

O preço de uma opção, tal como a de qualquer outro activo financeiro, corresponde ao valor esperado dos rendimentos futuros actualizado através de um factor de desconto estocástico que engloba não só o custo de oportunidade do capital associado ao valor do dinheiro no tempo mas também a compensação pelo risco inerente aos fluxos financeiros gerados no futuro. Assim, uma opção poderá ser vista como o valor esperado do *payoff* na maturidade, actualizado para o momento presente, sob a hipótese de inexistência de oportunidades de arbitragem. De acordo com Cox e Ross (1976), num mercado completo, o valor de uma *call* e uma *put* europeias seria:

$$(9) C(X)_t = E_{P,t}[\max(S_T - K, 0) \cdot D_T]$$

$$(10) P(X)_t = E_{P,t}[\max(K - S_T, 0) \cdot D_T]$$

em que S_T representa o preço do activo subjacente na maturidade da opção, K o preço de exercício e o factor de desconto estocástico é representado por D_T . O valor esperado no momento t é calculado com base numa medida de probabilidade P associada à função densidade de probabilidade neutra ao risco⁸.

Harrison e Kreps (1979), estimulados pela observação-chave de Cox e Ross (1976), demonstraram que as probabilidades neutras ao risco correspondem a medidas martingais equivalentes na situação em que os mercados são completos, não havendo portanto oportunidades de arbitragem. As equações para uma opção de compra e para uma opção de venda podem ser reescritas da seguinte forma:

$$(11) C(X)_t = e^{-r\tau} \int_0^{\infty} \max(S_T - K, 0) q_t(S_T) dS_T$$

$$(12) P(X)_t = e^{-r\tau} \int_0^{\infty} \max(K - S_T, 0) q_t(S_T) dS_T$$

onde r representa a taxa de juro do activo sem risco (*risk-free rate*), $\tau = (T - t)$ o tempo até à maturidade da opção e $q_t(S_T)$ é a função densidade de probabilidade neutra

⁸ Ver Madan et al (2008)

ao risco (DNR) para o valor do activo subjacente na data de vencimento da opção, T com a informação disponível no momento t (actual).

1.4. Relação entre os preços das opções e as funções densidade de probabilidade neutras ao risco

Breeden e Litzenberger (1978) conseguiram estabelecer uma relação teórica entre os preços das opções e a densidade de probabilidade neutra ao risco para o preço do activo subjacente na maturidade das opções. Para uma série de opções sobre um determinado activo subjacente com diferentes preços de exercício e em que a maturidade é a mesma, é possível determinar as probabilidades associadas a cada um desses preços de exercício na data de vencimento das opções.

Esta relação foi proposta no âmbito dos estudos desenvolvidos por Arrow (1964) e Debreu (1958) que introduziram a teoria dos activos contingentes recorrendo a um derivado financeiro que seria valorizado de acordo com as probabilidades neutras ao risco em cenários de incerteza. Segundo a sua teoria, existem diversos “estados da natureza” possíveis associados às diferentes realizações futuras de um activo e só um desses estados pode vir a ocorrer. O instrumento derivado que usaram⁹ pagaria uma unidade monetária no caso de um determinado estado ocorrer e não pagaria nada se fosse verificado na maturidade a ocorrência de qualquer outro estado. O preço a pagar por esse activo foi denominado por preço de estado e está directamente ligado às probabilidades de ocorrência desse mesmo estado futuro considerando que os investidores são neutros face ao risco.

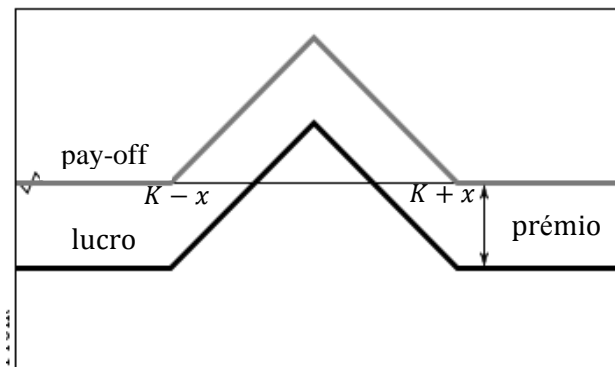
Breeden e Litzenberger (1978) demonstraram que, a partir dos preços de mercado das opções, é possível determinar as probabilidades associadas a cada estado da

⁹Denominado por *Arrow-Debreu security* ou *pure security*

natureza futuro correspondente aos diferentes preços que o activo subjacente pode atingir, considerando os mercados completos e a inexistência de oportunidades de arbitragem. Para isso, aplicaram a lógica de Arrow e Debreu (1954) e criaram um activo contingente puro que pagaria uma unidade monetária no caso de o preço do activo subjacente no futuro (S_T) igualar K e zero caso contrário.

Este activo pode ser replicado de forma aproximada no mercado através de uma estratégia de opções vulgarmente denominada por *long butterfly spread*¹⁰. Esta estratégia consiste numa tomada de posição longa em duas *calls* europeias com preços de exercício $K - x$ e $K + x$ e uma posição curta em duas *puts* europeias com preço de exercício K . Na figura I, apresenta-se o lucro e o *payoff* desta estratégia:

Figura 1 – *Payoff* e lucro da estratégia *butterfly spread*



Fonte: Hull (2011)

À medida que x tende para zero, a função aproxima-se da função delta de Dirac centrada em K . Para ser replicado na perfeição, o activo contingente puro que paga uma unidade monetária quando $S_T = K$, constrói-se uma carteira adquirindo $1/x$ unidades do *butterfly spread*. A expressão analítica para o preço desta carteira (coincidente com o activo Arrow-Debreu) será:

$$(13) P(K, x) = \frac{[C(K + x) - C(K)] - [C(K) - C(K - x)]}{x}$$

¹⁰ Ver Hull (2011)

Dividindo por x , o limite da expressão quando x tende para zero corresponde à segunda derivada da função do preço da *call* em ordem ao preço de exercício:

$$(14) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{P(K, x)}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{[C(K + x) - C(K)] - [C(K) - C(K - x)]}{x^2} = \frac{\delta^2 C(K)}{\delta K^2}$$

O valor obtido para $K = S$ representa o preço de estado de S , ou seja, a probabilidade do preço do activo subjacente igualar o preço de exercício da opção de compra na data de vencimento. No caso de a opção ter preços de exercícios contínuos num intervalo infinito, é possível, através da fórmula, calcular os preços de estado para todos os possíveis valores do activo subjacente, obtendo assim a função densidade de probabilidade completa para o preço do activo subjacente na maturidade.

Alternativamente, pode partir-se da equação (11) para o preço de uma *call* e derivá-la em ordem ao preço de exercício através da regra de Leibniz, obtendo:

$$(15) \frac{\partial C}{\partial K} = e^{-r\tau} \left[1 - \int_{-\infty}^K q(S_T) dS_T \right]$$

equivalente a:

$$(15.a) \ 1 + \frac{\partial C}{\partial K} e^{-r\tau} = P_Q(S_T \leq K)$$

que representa a função distribuição de probabilidade acumulada do preço do activo subjacente na maturidade face à informação existente no momento actual. No caso de uma opção de venda, derivando em ordem ao preço de exercício e actualizando à taxa sem risco, obtém-se directamente a função distribuição acumulada:

$$(16) \frac{\partial P}{\partial K} e^{-r\tau} = P_Q(S_T \leq K)$$

Derivando mais uma vez em ordem ao preço de exercício e actualizando para o momento actual, obtém-se a função densidade de probabilidade neutra ao risco¹¹:

$$(17) \quad q(K) = e^{-r\tau} \frac{\delta^2 C(K)}{\delta K^2}$$

Segundo Bahra (1997), a condição só será válida se a função $C(K)$ for monótona decrescente e convexa relativamente ao preço de exercício, caso contrário significa que haverá oportunidades de arbitragem e as probabilidades neutras ao risco assumem valores negativos nesses “estados da natureza”.

Uma forma simples de fazer a estimação da função densidade de probabilidade é aplicar directamente o resultado de Breeden e Litzenberger (1978), fazendo uma aproximação numérica à segunda derivada da opção em ordem ao preço de exercício. Segundo Bahra (1997), é possível aplicar a equação (13) que representa o *payoff* da estratégia *butterfly spread* centrada em K , capitalizando-a à taxa de juro sem risco para o momento do vencimento da opção e obtendo assim a probabilidade neutra ao risco do activo subjacente (S_T) igualar o preço de exercício da opção considerada (K). Repete-se este procedimento para os diferentes preços de exercício, disponíveis num intervalo limitado e discreto, logo, a distribuição neutra ao risco implícita será um histograma. Ao utilizar esta técnica, considera-se que os “estados da natureza” possíveis para as realizações do preço do activo subjacente na data de vencimento das opções estão restringidos aos preços de exercício disponíveis nessa classe de opções.

As estimações de densidades de probabilidade com base neste método apresentam uma grande irregularidade e até mesmo valores negativos¹². A ausência de opções com preços de exercício muito afastados do valor do activo subjacente é também uma

¹¹ De notar que é possível obtê-la da mesma fórmula através da dupla diferenciação da fórmula da *put*

¹² Ver Dupont (2001), Bahra (1997)

desvantagem, tornando-se limitada a estimação das caudas. Esta técnica tem a vantagem de não envolver qualquer especificação para a distribuição de probabilidade do activo subjacente na data de vencimento da opção nem para o movimento do preço do activo subjacente.

1.5. Metodologias de estimação das funções densidade de probabilidade implícitas nos preços das opções

É mais realista alargar o número de “estados da natureza” possíveis para o valor do activo subjacente no futuro relativamente ao número de preços de exercício disponíveis para negociação, pois as realizações futuras possíveis estão num intervalo contínuo de amplitude superior à dos preços de exercício máximo e mínimo disponíveis. Neste caso, considera-se que o mercado é incompleto e existem múltiplas DNR possíveis que se podem ajustar aos preços das opções, sendo necessário assumir alguns critérios para se conseguir estimar uma única função.

Existem várias metodologias para estimar as DNR que, segundo a literatura, se dividem em quatro abordagens (ver Bahra, 1997). Na primeira categoria de metodologias assume-se uma hipótese para o processo estocástico que determina o movimento do activo subjacente e determina-se a DNR implícita nesse processo. A segunda categoria, onde se insere a metodologia a ser usada nesta dissertação, inclui as técnicas em que se assume uma determinada forma funcional conhecida para a DNR, estimando os seus parâmetros através de um problema de minimização. A terceira categoria engloba as abordagens em que a DNR é estimada directamente através de determinada especificação paramétrica para a função preço da opção ou da volatilidade implícita nas opções. Existem também as metodologias não paramétricas que não

exigem a especificação de uma estrutura *a priori* para o processo estocástico do activo, a própria DNR, a volatilidade implícita ou a função preço da opção.

A primeira abordagem admite uma solução fechada para a DNR implícita no processo estocástico do activo subjacente, estimando os parâmetros desse processo através dos preços das opções observados no mercado. Bates (1996) foi um dos primeiros investigadores a extrair informação implícita nos preços das opções, através desta metodologia, analisando o *crash* de 1987 no índice S&P500 e baseando-se na hipótese de processo difusão com saltos¹³ para a dinâmica do preço do activo subjacente. Também Malz (1996) assumiu esta hipótese, utilizando as DNR para obter as probabilidades de realinhamento das taxas de câmbio de alguns países inseridos no Sistema Monetário Europeu. O facto de se assumir *a priori* um processo estocástico associado ao activo subjacente constitui uma grande desvantagem deste método, colocando restrições quanto à forma da DNR.

A segunda categoria inclui as metodologias que assumem uma hipótese *ex-ante* para a forma funcional da DNR na data em que as opções expiram, estimando os seus parâmetros através de um problema de minimização da distância entre os preços de mercado e os preços teóricos gerados pela distribuição pré-definida. Melick e Thomas (1997) estudaram o impacto da Guerra do Golfo nos preços do petróleo entre 1990 e 1991, utilizando uma mistura de três distribuições log-normais. Bahra (1997) e Söderlind e Svenson (1997) optam por uma mistura de duas distribuições log-normais, aplicando os seus estudos às expectativas de taxas de juro e de inflação implícitas nos preços de opções sobre obrigações. A metodologia utilizada nesta dissertação inclui-se nesta classe, sendo alvo de uma abordagem mais aprofundada na secção 2.

¹³ Ver Merton (1973)

Outra das categorias de técnicas de extracção de informação das opções engloba as DNR obtidas através de uma especificação paramétrica associada à função preço da opção (*call* ou *put*) ou à volatilidade implícita. Shimko (1993) foi um dos impulsionadores desta metodologia, tendo definido uma relação quadrática entre a volatilidade implícita e o preço de exercício, e, através da inversão da fórmula de Black-Scholes, obtém uma função contínua entre os preços das opções e o respectivo preço de exercício. Recorrendo à segunda derivada da opção em ordem ao preço de exercício da opção, e de acordo com a equação (17) de Breeden e Litzenberger (1978), é possível gerar a DNR. Shimko (1993) analisou as expectativas dos investidores implícitas no preço das opções sobre o índice S&P 100 durante o período de 1987 a 1989. Os principais problemas da sua metodologia estão relacionados com a interpolação quadrática usada e também com a extrapolação das caudas da DNR, para além dos preços de exercício máximo e mínimo. Diversas formas de interpolação foram propostas recorrendo a *splines* cúbicos e quadráticos com o objectivo de melhorar esta abordagem, tendo reproduzido DNR bem ajustadas aos preços das opções (Campa et al, 1998; Bliss e Panigirtzoglou, 2002).

Alternativamente podem usar-se métodos não-paramétricos em que não se especifica *a priori* nenhuma restrição quanto à forma funcional para a DNR, ao movimento do activo subjacente ou à volatilidade implícita. Envolvem uma extensa diversidade de técnicas que, de acordo com Jackwerth (2004), se podem subdividir em três classes. Numa primeira classe, utilizam-se os métodos de *kernel* para estabelecer uma relação entre o preço da opção e o seu preço de exercício (Ait-Sahalia e Lo, 1998). Os métodos com base no princípio da entropia máxima consistem na estimação de uma DNR que se aproxime de uma determinada distribuição de probabilidade definida *ex-*

ante e se ajuste adequadamente aos preços de mercado das opções (Jackwerth, 2004). Inclui na terceira classe de métodos não-paramétricos as abordagens de Shimko (1993) e Bliss e Panigirtzoglou (2002) já descritas anteriormente como métodos paramétricos pelo facto de envolverem uma especificação paramétrica *a priori*. Os métodos não-paramétricos ajustam-se com maior precisão aos preços de mercado das opções, mas podem criar problemas de sobreajustamento (*overfitting*), revelando alguma instabilidade das DNR em momentos diferentes no tempo. O uso destas técnicas replica de forma quase perfeita os preços das opções, mas é possível obter DNR com configurações significativamente diferentes das distribuições de probabilidade conhecidas, de difícil interpretação estatística. Têm a vantagem de reflectir a informação contida nos preços com um elevado grau de precisão.

1.6. As políticas monetárias do BCE e da Fed no contexto da crise

A política monetária dos bancos centrais está relacionada com o uso dos instrumentos da autoridade monetária a fim de atingir os diferentes objectivos pretendidos para a economia. O BCE tem como principal objectivo a manutenção da estabilidade de preços na Zona Euro, com uma meta de inflação definida na ordem dos 2%, a médio prazo. Em relação à Fed, o objectivo é fomentar o crescimento económico nos EUA, assegurando a estabilidade de preços, mantendo a taxa de desemprego em níveis baixos e as taxas de juro de longo prazo a um nível moderado.

O principal instrumento utilizado pelos bancos centrais é a manipulação da taxa de juro de referência, através da sua fixação directa para operações de empréstimo aos bancos. Desde o início da crise actual, em 2007, os bancos centrais têm reduzido as suas taxas de juro de referência com o intuito de estimular a economia, encontrando-se estas, actualmente, em níveis próximos de zero (ver anexos A e B). No entanto, estas medidas

convencionais não tiveram o efeito desejado devido ao deficiente funcionamento do mecanismo de transmissão da política monetária. Segundo Correia et al (2011), em situações em que a taxa de juro se encontra próxima de zero, existe um limite de cortes adicionais para esta taxa de referência. Este problema é denominado por *zero bound limit* e assume que as taxas de juro directoras para o empréstimo de fundos aos bancos não podem assumir valores negativos.

Neste contexto de crise, os bancos centrais podem adoptar medidas não-convencionais de política monetária (UMP – *Unconventional Monetary Policy*), a fim de promover a recuperação das economias e reduzir a instabilidade nos mercados financeiros. Desde 2008, com o início da crise, os bancos centrais têm adoptado este tipo de medidas sob variadas formas, tentando essencialmente facilitar o crédito e fornecer liquidez aos mercados. A Fed tem procedido à intervenção directa no mercado de obrigações através dos seus programas de *Quantitative Easing* (QE) que visam a compra de obrigações do tesouro americano e obrigações hipotecárias em larga escala no mercado secundário, fornecendo directamente liquidez à economia. Este programa vai já na sua 3.^a versão com uma expansão considerável dos activos detidos no seu balanço (anexo C), o que pode acarretar riscos significativos. O BCE, a partir de 2008, implementou uma política de taxas fixas e colocação total, oferecendo liquidez ilimitada aos bancos à taxa aplicável às operações principais de refinanciamento. No contexto das crises de dívida soberana em 2010, interveio no mercado secundário de obrigações de dívida soberana e, recentemente, em Setembro de 2012, procedeu a transacções monetárias definitivas (TMD) sobre dívidas soberanas de países periféricos, que acarretam fortes riscos para o principal objectivo da estabilidade dos preços da autoridade monetária a nível europeu.

Relativamente à literatura existente acerca destas políticas dos bancos centrais no contexto da crise actual, é mais focada na actuação da Fed do que do BCE. Existe evidência que indica que os anúncios da Fed relativos à compra de activos no mercado secundário contribuem para a diminuição das *yields* das Obrigações do Tesouro americanas e para a desvalorização do dólar. Estes efeitos têm maiores repercussões no curto prazo (ver Gagnon et al, 2010; Neeley, 2010).

A aplicação das DNR para o estudo das políticas monetárias dos bancos centrais é vasta no que diz respeito a medidas convencionais de política monetária anteriores a 2007. Mandler, M. (2002) estudou o impacto das reuniões do BCE nas opções sobre futuros sobre a Euribor a 3 meses. Foram encontradas evidências estatísticas de que as conferências do BCE, de forma conjunta, influenciam as DNR dos futuros de taxa de juro de curto prazo europeias. Vergote e Gutierrez (2011) também analisaram a Euribor a 3 meses e concluíram que os investidores reagem às comunicações do BCE.

A aplicação das metodologias de extracção de informação com base nos preços das opções no contexto das recentes políticas monetárias não-convencionais do BCE não tem grande literatura relevante. No caso americano, Glick e Leduc (2013) encontraram evidência de que o dólar deprecia no decorrer de decisões surpreendentes da Fed.

Com a crise do *subprime* e a intensificação dos seus efeitos com os problemas decorrentes das dívidas soberanas dos países periféricos da Zona Euro, o papel dos bancos centrais é reforçado na óptica do restabelecimento dos níveis da actividade económica, da estabilidade financeira e no suporte dos mercados financeiros. Assim, tem elevada relevância económica estudar o impacto das políticas das autoridades monetárias das duas mais influentes economias a nível mundial e seus efeitos nas expectativas dos intervenientes nos mercados financeiros.

2. Metodologia

Neste capítulo de capital relevância para esta dissertação expõe-se detalhadamente a metodologia utilizada para as estimações das DNR e as justificações para a sua implementação, realçando a adequação aos objectivos a atingir e as suas vantagens face a outros métodos já descritos.

A metodologia consiste em especificar uma forma funcional para a DNR e estimar os seus parâmetros através de um problema de optimização, minimizando a distância entre os preços obtidos através da DNR e os preços de mercado das opções. Foi inicialmente proposta por Melick e Thomas (1997) que definiram a DNR como sendo uma soma de distribuições log-normais ponderada pelos seus pesos, mas é na formulação de Bahra (1997) que se baseia a dissertação. Assim, assume-se *a priori* que:

$$(18) \quad q_t(S_T) = \sum_{i=1}^k \theta_i L(\alpha_i, \beta_i; S_T) \quad \text{com} \quad \sum_{i=1}^k \theta_i = 1 \text{ e } \theta_i > 0$$

onde $L(\alpha_i, \beta_i, S_i)$ é a i -ésima distribuição lognormal com parâmetros α_i, β_i em que:

$$\alpha_i = \ln(S_t) + \left(\mu_i - \frac{1}{2} \sigma_i^2 \right) \tau \quad \text{e} \quad \beta_i = \sigma_i \sqrt{\tau}$$

O facto de as opções estarem disponíveis num intervalo restrito de preços de exercício estabelece algumas limitações quanto ao número de distribuições log-normais a usar e consequentemente de parâmetros a estimar. A mistura de duas distribuições log-normais independentes tem sido a metodologia mais utilizada¹⁴ devido ao reduzido número de parâmetros a estimar (5). Quando o número de distribuições log-normais usadas para a DNR é superior a 2, a complexidade numérica aumenta consideravelmente. Sob a hipótese da soma de duas distribuições log-normais para a

¹⁴ Gemmil e Saflekos, 2000; Bliss e Panigirtzoglou, 2002

DNR, os preços das opções de compra e de venda das equações (11) e (12) podem ser reescritos da seguinte forma (Söderlind e Svensson, 1997; Adão et al, 1997; Melick e Thomas, 1997; Luís, 2001):

$$\begin{aligned}
 (19) \hat{C}(K_i) &= e^{-r\tau} \int_{K_i}^{\infty} [\theta L(\alpha_1, \beta_1; S_T) + (1 - \theta)L(\alpha_2, \beta_2; S_T)](S_T - K_i) dS_T \\
 &= e^{-r\tau} \theta \left[e^{\alpha_1 + \frac{1}{2}\beta_1^2} N\left(\frac{-\ln(K_i) + (\alpha_1 + \beta_1^2)}{\beta_1}\right) - K_i N\left(\frac{-\ln(K_i) + \alpha_1}{\beta_1}\right) \right] + \\
 &+ e^{-r\tau} (1 - \theta) \left[e^{\alpha_2 + \frac{1}{2}\beta_2^2} N\left(\frac{-\ln(K_i) + (\alpha_2 + \beta_2^2)}{\beta_2}\right) - K_i N\left(\frac{-\ln(K_i) + \alpha_2}{\beta_2}\right) \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (20) \hat{P}(K_i) &= e^{-r\tau} \int_{-\infty}^{K_i} [\theta L(\alpha_1, \beta_1; S_T) + (1 - \theta)L(\alpha_2, \beta_2; S_T)](K_i - S_T) dS_T = \\
 &= e^{-r\tau} \theta \left[-e^{\alpha_1 + \frac{1}{2}\beta_1^2} N\left(\frac{\ln(K_i) - (\alpha_1 + \beta_1^2)}{\beta_1}\right) + K_i N\left(\frac{\ln(K_i) - \alpha_1}{\beta_1}\right) \right] + \\
 &+ e^{-r\tau} (1 - \theta) \left[-e^{\alpha_2 + \frac{1}{2}\beta_2^2} N\left(\frac{\ln(K_i) - (\alpha_2 + \beta_2^2)}{\beta_2}\right) + K_i N\left(\frac{\ln(K_i) - \alpha_2}{\beta_2}\right) \right]
 \end{aligned}$$

O problema de optimização consiste na escolha dos parâmetros das duas distribuições log-normais $(\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2)$ e do peso atribuído a cada uma delas (θ) que minimizam a distância quadrática entre os preços estimados através das equações (19) e (20) e os preços de mercado das opções. Assim, temos a seguinte função objectivo:

$$\begin{aligned}
 (21) \min_{\mu_1, \mu_2, \sigma_1, \sigma_2, \theta} & \sum_{i=1}^N [\hat{C}(K_i) - C_i]^2 + \sum_{i=1}^N [\hat{P}(K_i) - P_i]^2 + [\theta e^{\alpha_1 + \frac{1}{2}\beta_1^2} + \\
 & + (1 - \theta)e^{\alpha_1 + \frac{1}{2}\beta_1^2} - e^{r\tau} S_t]
 \end{aligned}$$

sujeito a: $\beta_1, \beta_2 > 0, \quad 0 < \theta < 1$

A terceira parcela da função indica que o valor esperado dado pela DNR deve igualar o preço futuro do activo subjacente, não admitindo portanto oportunidades de arbitragem. Os valores de partida para o algoritmo foram a Euribor a 3 meses para o parâmetro μ que representa a taxa de juro sem risco (parâmetro de *drift*) e a volatilidade implícita da opção *at-the-money* para o parâmetro σ , uma boa aproximação para a volatilidade do activo subjacente.

Segundo Bahra (1997), esta metodologia é mais flexível que o modelo de Black-Scholes, permitindo incorporar as principais contribuições para o *volatility smile*, nomeadamente aspectos como a assimetria e a curtose da DNR do activo subjacente. A mistura de duas distribuições log-normais permite uma boa aproximação a diversas formas para a DNR, ajustando-se a diferentes cenários possíveis, inclusive distribuições bi-modais que podem ser observadas no mercado em alguns momentos no tempo, quando, por exemplo, os agentes de mercado atribuem uma elevada probabilidade de movimentos extremos com direcções opostas. Estes aspectos são essenciais para a parte empírica desta dissertação, permitindo uma completa caracterização das expectativas dos investidores no âmbito de decisões de política monetária dos bancos centrais.

A estrutura paramétrica especificada para a DNR permite resolver o problema de sobreajustamento dos dados (*overfitting*), reduzindo o risco de obtenção de distribuições instáveis e difíceis de analisar estatisticamente. Esta metodologia é muito popular no âmbito da extracção de informação a partir dos preços das opções devido ao facto de se tratar de uma soma de distribuições de probabilidade conhecidas, com os seus parâmetros a conterem informação pertinente e aplicação estatística. Para além disso, não apresenta grande complexidade ao nível dos cálculos computacionais nem exige uma grande quantidade de informação ao nível dos preços das opções.

O facto de se assumir uma distribuição *a priori* para a DNR e não para o processo estocástico que determina o movimento do activo subjacente também constitui uma vantagem (ver Bates, 1991). Enquanto esta última hipótese implica uma única DNR terminal, a metodologia aplicada é compatível com diferentes processos estocásticos para o preço do activo subjacente, sem quaisquer restrições, permitindo estender a análise a activos de diferentes características (ver Melick e Thomas, 1997).

3. Dados

Os dados utilizados na parte empírica foram obtidos via DataStream. Os critérios para a escolha das opções foram definidos com recurso a *research* de bancos, de forma a realizar uma análise abrangente e actual das expectativas dos investidores, através de activos subjacentes com diferentes níveis de risco e localização geográfica.

Os mercados financeiros têm sofrido desenvolvimentos durante este período recessivo da economia, alterando as decisões de investimento nos mercados financeiros. De acordo com o banco HSBC (Abril 2012), até à falência do banco Lehman Brother's as correlações entre os activos apresentavam, na sua maioria, valores próximos de zero (Anexo D). As únicas correlações negativas extremas evidenciadas nesse período são as correlações entre o VIX¹⁵ e os índices accionistas americanos. No entanto, a partir desse acontecimento e com o desenrolar da crise, destacam-se as fortes correlações entre as diferentes classes de activos, com valores mais próximos da correlação perfeita, entre -1 e 1 (anexo E). Estabeleceu-se assim um novo paradigma nos mercados financeiros com um movimento em sintonia dos activos pertencentes a uma mesma classe (correlações mais próximas de 1) e de divergência entre activos pertencentes a classes distintas em termos de risco (correlações mais próximas de -1). Assim, durante períodos em que os

¹⁵ Índice que representa a volatilidade implícita nas opções financeiras do índice S&P500

investidores se sentem positivos acerca das condições económicas futuras, os activos com maior risco como as acções têm tendência a valorizar e activos mais seguros como as obrigações têm tendência a desvalorizar (sentimento *risk-on*). Em períodos em que o sentimento de mercado é mais pessimista, acontece o inverso, já que os investidores preferem investimentos mais seguros, com menor exposição ao risco (sentimento *risk-off*). O índice RORO do banco HSBC agrega informação das correlações entre as diferentes classes de activos, medindo assim o grau de sincronização dos mercados e a intensidade com que este novo paradigma se verifica.

As opções usadas nesta dissertação têm em conta esta dicotomia vigente nos mercados financeiros desde a crise. Assim, escolheram-se como activo *risk-on* da Zona Euro as opções europeias sobre o índice EuroStoxx 50 (composto pelas 50 maiores empresas da Zona Euro) com maturidade em 20 de Setembro de 2013, negociadas na Eurex. As opções usadas como activo *risk-on* dos EUA foram as opções sobre o futuro¹⁶ do índice S&P 500 com maturidade em 20 de Julho de 2013, negociadas na Chicago Mercantile Exchange. O S&P 500 é um índice representativo da actividade empresarial nos EUA e frequentemente usado como *benchmark* para o mercado accionista.

Como activo subjacente *risk-free* escolheram-se as opções sobre futuros de taxa de juro de curto prazo. O facto de se pretender avaliar os impactos das políticas monetárias num horizonte de curto prazo foi decisivo para a escolha deste tipo de opções. A liquidez das opções foi outro dos critérios utilizados, já que opções com reduzido volume de transacções podem conduzir a resultados com menor grau de fiabilidade. Estas opções têm um grau de liquidez muito elevado, reflectindo com maior precisão as expectativas dos investidores (Monteiro et al, 2008). Comparativamente às opções sobre

¹⁶ As opções sobre futuros têm como activo subjacente um contrato de futuros

obrigações, têm um volume de transacções claramente superior (anexo F), permitindo analisar correctamente os impactos das reuniões dos bancos centrais nas expectativas dos investidores, numa perspectiva de curto prazo. Para a região da Zona Euro, escolheram-se as opções sobre a Euribor a 3 meses com vencimento em dia 19 de Setembro de 2013 e para os EUA utilizaram-se as opções sobre futuros de eurodólar com vencimento em 19 de Julho de 2013. Muito sucintamente, a Euribor a 3 meses representa a taxa de juro oferecida para os depósitos interbancários, em euros, para o prazo de 3 meses. O contrato de futuros de eurodólar a 3 meses reflecte as expectativas das taxas de juro referentes aos depósitos de dólares fora dos EUA, num horizonte temporal de 3 meses.

Os dias para os quais serão extraídas as DNR implícitas nos preços das opções serão os dias 3 e 8 de Julho de 2013, de modo a estudar o impacto da conferência do BCE em 4 de Julho de 2013. Para o caso americano, estimam-se as DNR para os dias 30 de Abril e 6 de Maio de 2013, a fim de estudar o impacto da reunião do Comité de Operações no Mercado Aberto (FOMC) da Fed, no dia 1 de Maio de 2013.

As cotações *bid* e *ask* podem não reflectir os preços de equilíbrio de mercado devido à reduzida liquidez de algumas opções, que apresentam um alargado *spread bid-ask* principalmente as que se encontram *deep in-the-money*. Optou-se assim pelo uso dos preços de referência das opções (*settlement prices*) que resolvem este problema da liquidez (ver Melick e Thomas, 1998)). Estes preços são determinados pela bolsa de valores no final de cada *trading day*, que, sendo responsável pelos ajustes das posições, tem interesse em defini-los de forma a reflectir os valores de equilíbrio de mercado das opções¹⁷. De qualquer forma, eliminaram-se algumas opções com preços de exercício

¹⁷ Soderlind (2000)

muito afastados das opções *at-the-money* por não terem um volume de transacções suficiente para garantir a precisão na determinação dos preços de referência.

De referir que está definido pelo International Money Market que os futuros e opções sobre taxas de juro, como é o caso dos contratos de futuros sobre a Euribor a 3 meses e dos contratos de futuros Eurodólar, estão cotados em base 100. Assim, o seu preço será baseado na seguinte convenção: $100 - \text{taxa de juro implícita no contrato de futuros}$. Apesar da distribuição log-normal ter domínio positivo, o facto de as estimações serem feitas com base nos preços de exercício cotados em base 100 permite obter valores negativos no eixo dos xx, de modo a facilitar a interpretação.

O horizonte temporal entre o dia das estimações das DNR e a maturidade das opções é sensivelmente igual para os casos americano e europeu. Existe um efeito tempo associado à diferença de dias entre as estimações e a maturidade das opções que geralmente faz diminuir a incerteza à medida que passa o tempo para o vencimento da opção. Em intervalos pequenos (5 e 7 dias neste caso) não é necessário proceder à sua correcção para se poderem estabelecer comparações entre as DNR (ver Oliveira, 2002).

4. Resultados

Os resultados são apresentados através do gráfico das DNR e de um quadro-resumo com as principais medidas estatísticas, brevemente descritas no início desta secção.

A média e a variância são os dois primeiros momentos da distribuição de probabilidade e que medem a localização e a dispersão das DNR. A média indica o valor esperado do preço do activo e a variância (ou o desvio-padrão) a dispersão em torno dessa mesma média, assumindo-se como um bom *proxy* para medir o nível de incerteza em torno da média, associada ao preço do activo subjacente.

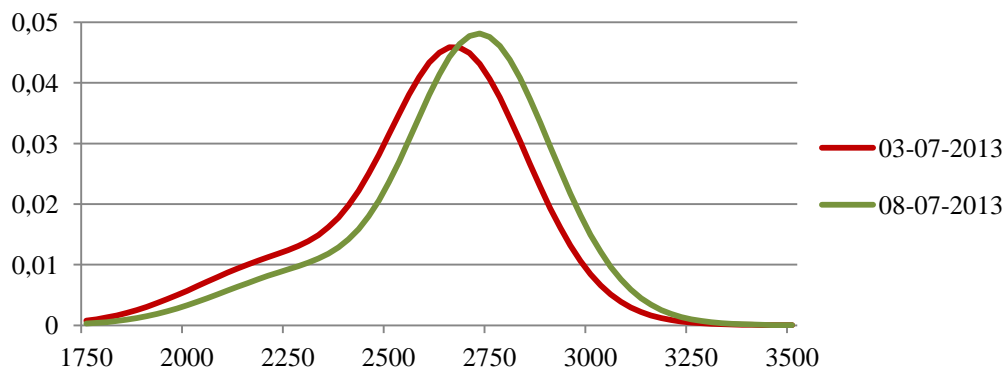
A assimetria e a curtose constituem o terceiro e o quarto momentos, que permitem caracterizar a forma e o achatamento das DNR. A assimetria mede o grau e o sentido de afastamento da distribuição de probabilidade face à média. Pode assumir valores positivos ou negativos consoante a distribuição apresente simetria à direita ou à esquerda, medindo a probabilidade relativa dos movimentos do preço do activo acima e abaixo da média. A curtose é uma medida de achatamento da distribuição de probabilidade. Valores elevados de curtose indicam que o valor da variância é muito influenciado pela probabilidade de alterações extremas no preço. Pelo contrário, baixa curtose indica que alterações no preço do activo de forma mais ligeira mas com maior frequência têm um maior contributo sobre o valor da variância. Nesta perspectiva dos mercados financeiros e da extracção da DNR a partir dos preços das opções, a medida de curtose quantifica a probabilidade que os participantes de mercado atribuem a movimentos extremos do preço do activo (nas caudas), em comparação com movimentos suaves do preço do activo (no centro da DNR).

O primeiro evento a estudar será a reunião do Banco Central Europeu no dia 4 de Julho de 2013 em que Mario Draghi afirmou que a política monetária expansionista se iria manter a médio prazo, fornecendo estímulos à economia para o seu crescimento num contexto de crise. Segundo o BCE, o seu principal objectivo de garantia da estabilidade dos preços estaria assegurado e, assim, a taxa de juro de referência poderia manter-se baixa por um longo período de tempo, num nível mínimo histórico de 0,5% (definida em 2 de Maio de 2013), sem ameaçar o controlo da inflação. Foi um forte sinal para os investidores no sentido de acalmar os mercados financeiros num horizonte temporal mais alargado, pelo que se torna pertinente proceder ao estudo do seu impacto

nas expectativas dos investidores, extraindo as DNR para activos com diferentes níveis de risco referentes à Zona Euro.

Começando pela análise das alterações das expectativas implícitas nas opções sobre o Eurostoxx 50, verifica-se, através da figura 2, um deslocamento da DNR para a direita entre 3 e 8 de Julho de 2013. Apesar das taxas de referência se terem mantido inalteradas, o comportamento dos investidores relativamente à evolução do índice acionista de referência da Zona Euro para o dia 20 de Setembro de 2013 foi claramente positivo. Com as taxas de juro num nível próximo de zero, o risco de pressões inflacionistas seria superior e poderiam ser postas em causa as metas de inflação do BCE numa perspectiva de médio-longo prazo, embora a intenção deste organismo aponte para a manutenção destes estímulos na Zona Euro durante um período mais alargado, o que levou ao reforço da confiança dos investidores para este activo *risk-on*.

Figura 2 - Funções de probabilidade neutra ao risco do Eurostoxx 50 com maturidade em 19 de Setembro de 2013, nos dias 3 e 7 de Julho de 2013



Na tabela 1 estão sumarizadas medidas estatísticas relativas às estimações de dia 3 e 8 de Julho de 2013. A subida da média da DNR foi acompanhada por uma ligeira redução da incerteza (medida pelo desvio-padrão) com as condições de financiamento aos bancos a manterem-se facilitadas num futuro a médio prazo, segundo a autoridade monetária europeia. Quanto às medidas de ordem superior a 2, as DNR apresentam

Expectativas dos Investidores Implícitas nos Preços das Opções: Reacções às Políticas Monetárias do BCE e da Fed

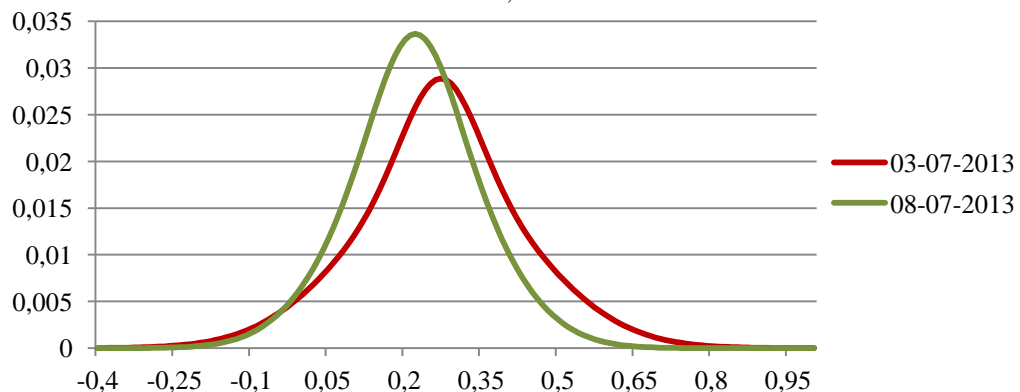
assimetria positiva, com os investidores a percepcionarem como mais prováveis realizações do Eurostoxx 50 abaixo do valor esperado, apesar de uma ténue diminuição que indica um reforço da confiança nos movimentos *upside*. Verifica-se uma significativa diminuição da massa de probabilidade nas caudas da DNR, relativa à ocorrência de movimentos extremos ao nível do índice Eurostoxx 50, apesar dos efeitos da crise ainda se fazerem notar dentro da Zona Euro. Numa visão geral, as reacções dos investidores à reunião de 4 de Julho de 2013 foram positivas, realçando-se um aumento considerável do valor esperado do nível do índice para o dia 20 de Setembro de 2013, bem como a redução do risco de cauda (*tail risk*).

Tabela 1 – Resumo dos momentos estatísticos para o Eurostoxx 50 em 19 de Setembro de 2013

	03-07-2013	08-07-2013
Média	2569,82	2647,02
Desvio-padrão	0,1668	0,1606
Assimetria	0,5296	0,5075
Curtose	0,7826	0,5880

Na figura 3 estão representadas as curvas da DNR implícitas nos preços das opções sobre futuros da Euribor a 3 meses com vencimento em 19 de Setembro de 2013, de modo a estudar o mesmo evento anteriormente descrito aplicado a esta taxa de juro *benchmark* para activo sem risco. Verifica-se uma ligeira deslocação da curva para a esquerda após a reunião do BCE a 4 de Julho de 2013, reflectindo uma descida do valor esperado no curto prazo.

Figura 3 - Funções de probabilidade neutra ao risco do futuro sobre a Euribor a 3 meses (em %) com maturidade em 19 de Setembro de 2013, nos dias 3 e 7 de Julho de 2013



Expectativas dos Investidores Implícitas nos Preços das Opções: Reacções às Políticas Monetárias do BCE e da Fed

As medidas estatísticas descritivas são apresentadas na tabela 2. A média das DNR diminui de 0,27% para 0,23% com os investidores a reverem em baixa as suas expectativas para a Euribor a 3 meses no dia 19 de Setembro de 2013. O sinal transmitido pelo BCE de manutenção da taxa directora em 0,5% influenciou negativamente a taxa Euribor, que reflecte as condições de empréstimo de fundos no mercado interbancário. Ao nível da incerteza, os valores são significativamente reduzidos face ao Eurostoxx 50 devido ao nível de risco das taxas de juro de curto prazo ser substancialmente inferior, notando-se uma diminuição do desvio-padrão, no âmbito da conferência em estudo. A assimetria desceu significativamente, com os agentes a percepcionarem com maior probabilidade movimentos relativos de subida da Euribor a 3 meses. O excesso de curtose mantém-se praticamente inalterado de dia 3 para dia 7 de Julho de 2013, com o mercado a atribuir probabilidades reduzidas de movimentos extremos no nível da taxa de juro: se por um lado um movimento extremo ascendente será improvável nesta altura em que a economia ainda depende dos estímulos dos bancos centrais, um movimento extremo descendente não será muito plausível já que o BCE não tem grande margem para a redução da taxa de juro de referência (0,5%). De referir que a Euribor a 3 meses e a taxa de juro de referência do BCE estão relacionadas.

Tabela 2 – Resumo dos momentos estatísticos do futuro da Euribor a 3 meses em 19 de Setembro de 2013

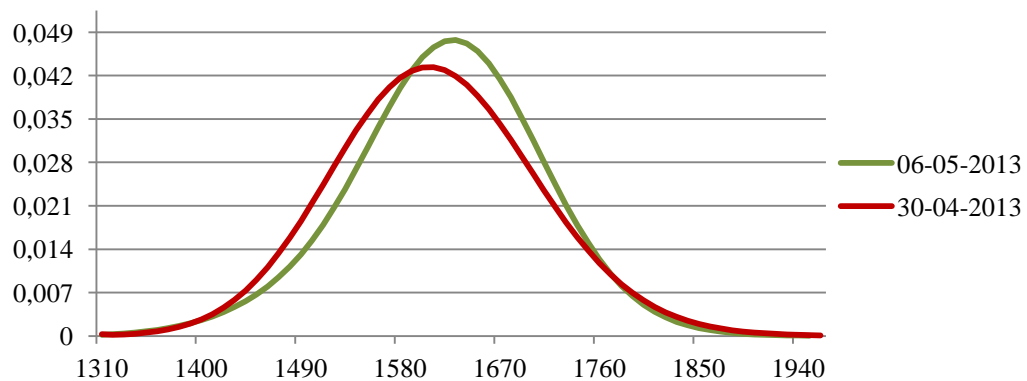
	03-07-2013	08-07-2013
Média	0,27%	0,23%
Desvio-padrão	0,0035	0,0027
Assimetria	0,0106	0,0082
Curtose	0,0002	0,0001

O segundo evento a estudar está relacionado com a reunião do FOMC que decorreu no dia 1 de Maio de 2013. Nesta reunião, o Comité decidiu manter inalteradas as taxas de referência em mínimos, entre 0% e 0,25%, e continuar com as medidas não

convencionais de política monetária através do seu programa de *Quantitative Easing* (QE), que já vai na sua terceira versão. Este programa consiste na compra de 85 mil milhões de activos por mês (40 mil milhões referentes a títulos hipotecários e 45 mil milhões em Obrigações do Tesouro norte-americano). Apesar de a economia apresentar alguns sinais de recuperação, com o investimento e o mercado imobiliário a revelarem um ligeiro crescimento, o desemprego ainda se encontra em níveis elevados (7,6% da população activa). A Fed garantiu que continuará a implementar o seu plano de injeção de liquidez na economia de forma a promover a estabilidade financeira pelo menos enquanto o desemprego se mantiver acima de 6,5%. É um sinal de continuidade da política monetária expansionista que se pretende estudar ao nível dos seus impactos sobre os mercados financeiros.

A primeira análise centra-se nas DNR associadas ao índice accionista americano de referência, o S&P 500, para o dia 19 de Julho de 2013 na sequência da reunião de dia 1 de Maio de 2013, em que sofreu uma ligeira deslocação para a direita (figura 4).

Figura 4 - Funções densidade de probabilidade neutra ao risco em 30 de Abril e 6 de Maio de 2013, para o S&P500, em 19 de Julho de 2013



Os momentos estatísticos de ordem superior estão representados na tabela III. A média da DNR aumentou cerca de 1,1% e, simultaneamente, a incerteza implícita nos preços das opções, medida pelo desvio-padrão, sofreu uma ligeira diminuição. As DNR

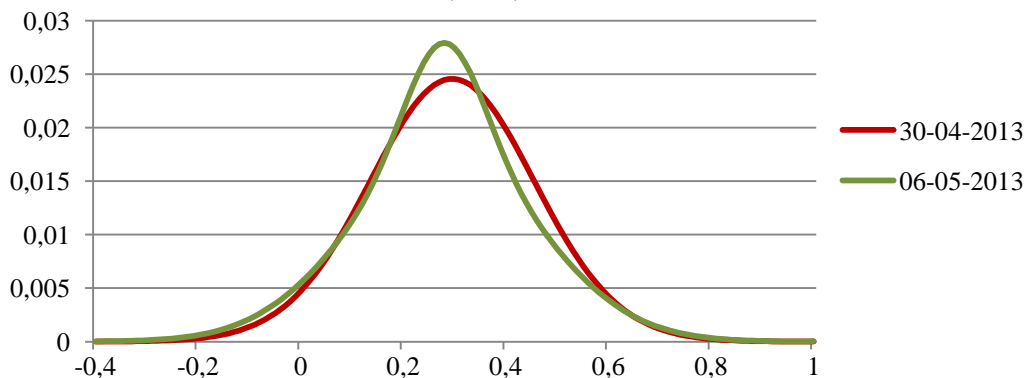
apresentam assimetria positiva, com a massa de probabilidade associada a realizações inferiores à média a revelar-se superior relativamente a realizações acima da média da DNR. No entanto, e comparativamente ao Eurostoxx 50, a assimetria positiva da DNR dos investidores no S&P500 é menos pronunciada, com menores probabilidades atribuídas a movimentos *downside*. A curtose apresenta valores reduzidos face ao caso europeu, com inferior probabilidade de realizações afastadas da média, mas o anúncio do FOMC não teve impacto adicional relevante na redução do peso das caudas da DNR.

Tabela 3 – Resumo dos momentos estatísticos para o S&P500 em 19 de Julho de 2013

	30-04-2013	06-05-2013
Média	1597,54	1616,64
Desvio-padrão	0,1174	0,1141
Assimetria	0,3754	0,3387
Curtose	0,2525	0,2104

Continuando na análise da conferência da Fed de dia 1 de Abril de 2013 e tendo feito a análise do activo de risco, torna-se pertinente estudar o impacto na taxa de juro de curto prazo de referência para os EUA, o futuro do eurodólar. A figura 5 representa as curvas das DNR antes e após a conferência da Fed de dia 1 de Maio e verifica-se uma ligeira deslocação da curva para a esquerda.

Figura 5 - Funções densidade de probabilidade neutra ao risco em 30 de Abril e 6 de Maio de 2013, para o futuro do eurodólar (em %), no dia 19 de Julho de 2013



Expectativas dos Investidores Implícitas nos Preços das Opções: Reacções às Políticas Monetárias do BCE e da Fed

As estatísticas sumárias da tabela 4 permitem uma melhor interpretação dos resultados. O valor esperado da DNR diminui após a conferência da Fed, passando de 0,292% para 0,289%. Este evento não provocou alterações significativas nas expectativas dos investidores para o dia 19 de Julho de 2013 no que respeita aos futuros do eurodólar. O quarto momento não sofreu qualquer alteração, com o mercado a atribuir uma probabilidade muito reduzida de movimentos extremos ao nível da taxa de juro de curto prazo de referência para os EUA. O desvio-padrão e a assimetria diminuíram um pouco, o que indica uma diminuição da incerteza e da probabilidade de *downside* em torno da média.

Tabela 4 – Resumo dos momentos estatísticos para os futuros do eurodólar em 19 de Julho de 2013

	30-04-2013	06-05-2013
Média	0,292%	0,289%
Desvio-padrão	0,0037	0,0035
Assimetria	0,0110	0,0106
Curtose	0,0002	0,0002

5. Conclusões

O facto da crise económica se revelar duradoura e persistente nos últimos anos obrigou os bancos centrais a usarem instrumentos adicionais de política monetária, de modo a estimular a actividade económica e a gerir as tensões nos mercados financeiros.

Identificaram-se sinais de melhoria das expectativas dos investidores num horizonte de curto prazo nos mercados accionistas no âmbito das conferências estudadas, com a evolução positiva ao nível do seu valor esperado. Simultaneamente, as expectativas das taxas de juro de curto prazo desceram ligeiramente e este movimento conjugado poderá estar relacionado com a confiança dos investidores em estímulos adicionais por parte dos bancos centrais, que serão inevitáveis para que os índices accionistas continuem um movimento ascendente.

Apesar da manutenção dos estímulos anunciados pela Fed na conferência de 1 de Abril com a continuidade do QE3, as reacções dos intervenientes de mercado num horizonte de curto prazo não foram tão significativas como no caso europeu. Assim, pode-se questionar a credibilidade da política monetária actual da Fed. O facto de deter um volume considerável de activos de dívida americana no seu balanço pode acarretar riscos consideráveis de exposição, transmitindo desconfiança aos investidores.

Observou-se um maior impacto no valor esperado do Eurostoxx 50 e na descida da probabilidade de realizações extremas, no âmbito da conferência do BCE que poderá estar relacionado com o anúncio da ausência de pressões inflacionistas pelo BCE, havendo margem para que os estímulos continuem a ser postos em prática sem ameaçarem o principal objectivo desta autoridade monetária.

Os bancos centrais assumiram um papel determinante e os investidores, apesar dos indicadores económicos revelarem um ligeiro crescimento, continuam a acreditar que estes serão capazes de gerir as tensões ao nível dos mercados financeiros (o S&P 500 já atingiu níveis máximos desde a falência do Lehman Brothers). O desafio passará por transmitir esta confiança à economia real, de forma a restabelecer os níveis de desemprego, investimento e consumo em sintonia com o crescimento económico.

Relativamente à investigação futura, será interessante perceber se as reacções às políticas monetárias nas expectativas dos investidores são também significativas num horizonte de longo prazo. A avaliação da credibilidade do programa de QE3 poderá também ser alvo de um estudo continuado, investigando se a expansão do balanço para níveis superiores diminui (ou não) a confiança dos investidores para o S&P 500. As taxas de juro de curto prazo poderão ser alvo de um estudo com diferentes maturidades para se aferir qual será o ponto de retorno para níveis acima dos mínimos actuais.

REFERÊNCIAS

- Adão, B., Cassola, N., e Luís, B. (1997). *Extracção de Informação a Partir dos Prémios das Opções: O Caso da Reentrada da Lira Italiana no Mtc do Sme*; Boletim Económico/Banco de Portugal
- Aït-Sahalia, Y., & Lo, A. W. (1998). Nonparametric estimation of state-price densities implicit in financial asset prices. *The Journal of Finance*, 53(2), 499-547.
- Arrow, K. J., & Debreu, G. (1954). Existence of an equilibrium for a competitive economy. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 265-290.
- Bahra, B. (1997). *Implied risk-neutral probability density functions from option prices: theory and application*. UK: Bank of England.
- Bates, D. S. (1996). Jumps and stochastic volatility: Exchange rate processes implicit in Deutsche Mark options. *Review of financial studies*, 9(1), 69-107.
- Bekaert, G., & Hoerova, M. (2013). *The VIX, the Variance Premium and Stock Market Volatility* (No. w18995). National Bureau of Economic Research.
- Bliss, R. R., & Panigirtzoglou, N. (2002). Testing the stability of implied probability density functions. *Journal of Banking & Finance*, 26(2), 381-422.
- Breeden, D. T., & Litzenberger, R. H. (1978). Prices of state-contingent claims implicit in option prices. *Journal of business*, 621-651.
- Campa, J. B., Chang, P. H., & Reider, R. L. (1997). ERM bandwidths for EMU and after: evidence from foreign exchange options. *Economic Policy*, 12(24), 53-89.
- Cox, J. C., & Ross, S. A. (1976). The valuation of options for alternative stochastic processes. *Journal of financial economics*, 3(1), 145-166.
- Correia, I., Farhi, E., Nicolini, J. P., & Teles, P. (2011). *Unconventional fiscal policy at the zero bound* (No. w16758). National Bureau of Economic Research.
- Dupont, D. Y. (2001). *Extracting risk-neutral probability distributions from option prices using trading volume as a filter* (No. 104). Reihe Ökonomie/Economics Series, Institut für Höhere Studien (IHS).
- Gagnon, J., Raskin, M., Remache, J., & Sack, B. (2010). *Large-scale asset purchases by the Federal Reserve: did they work?* (No. 441). Staff Report, Federal Reserve Bank of New York.
- Gemmill, G., & Saflekos, A. (2000). How useful are implied distributions? Evidence from stock index options. *The Journal of Derivatives*, 7(3), 83-91.

- Harrison, J. M., & Kreps, D. M. (1979). Martingales and arbitrage in multiperiod securities markets. *Journal of Economic theory*, 20(3), 381-408.
- Hull, J. (2010). *Options, Futures, and Other Derivatives, 7/e (With CD)*. Pearson Education
- Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J., & Goetzmann, W. N. (2009). *Modern portfolio theory and investment analysis*. John Wiley & Sons.
- Jackwerth, J. C. (2004). Option-implied risk-neutral distributions and risk aversion. Charlottesville, USA: Research Foundation of AIMR.
- Luís, J. B. (2001). Expectation and risk aversion measures implicit in prices of options on US and European stock indexes. In *Article presented at the Forecasting Financial Market 2001 Conference in London*.
- Madan, D., Roynette, B., & Yor, M. (2008). Option prices as probabilities. *Finance Research Letters*, 5(2), 79-87.
- Mandler, M. (2002). Comparing risk-neutral probability density functions implied by option prices: market uncertainty and ECB council meetings. In *EFA 2002 Berlin Meetings Presented Paper*.
- Malz, A. M. (1996). Using option prices to estimate realignment probabilities in the European Monetary System: the case of sterling-mark. *Journal of International Money and Finance*, 15(5),
- Melick, W. R., & Thomas, C. P. (1997). Recovering an asset's implied PDF from option prices: an application to crude oil during the Gulf crisis. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 32(1).
- Monteiro, A. M., Tütüncü, R. H., & Vicente, L. N. (2008). Recovering risk-neutral probability density functions from options prices using cubic splines and ensuring nonnegativity. *European Journal of Operational Research*, 187(2), 525-542.
- Neely, C. J. (2010). The large-scale asset purchases had large international effects. Federal Reserve Bank of St. Louis Working Paper Series.
- Nicolau, J. (2011). *Econometria Financeira*. ISEG/UTL e CEMAPRE. Fevereiro.
- On stochastic differential equations. *Mem. Amer. Math. Soc.* 4, 1-51.
- Söderlind, P., & Svensson, L. (1997). New techniques to extract market expectations from financial instruments. *Journal of Monetary Economics*, 40(2), 383-429.
- Shimko, D. (1993). Bounds of probability. *Risk*, 6(4), 33-37.

Expectativas dos Investidores Implícitas nos Preços das Opções: Reacções às Políticas Monetárias do BCE e da Fed

Vergote, O., & Gutiérrez, J. M. P. (2012). Interest rate expectations and uncertainty during ECB Governing Council days: Evidence from intraday implied densities of 3-month EURIBOR. *Journal of Banking & Finance*.

Xu, X., & Taylor, S. J. (1994). The term structure of volatility implied by foreign exchange options. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 29(1).

Expectativas dos Investidores Implícitas nos Preços das Opções: Reacções às Políticas Monetárias do BCE e da Fed

Nota: Esta dissertação foi redigida de acordo com a antiga ortografia

Expectativas dos Investidores Implícitas nos Preços das Opções: Reacções às Políticas Monetárias do BCE e da Fed

ANEXOS

Anexo A – Taxas de juro de referência do BCE e suas previsões e taxas de juro de mercado



Fonte: Pictet (Swiss Private Banking)

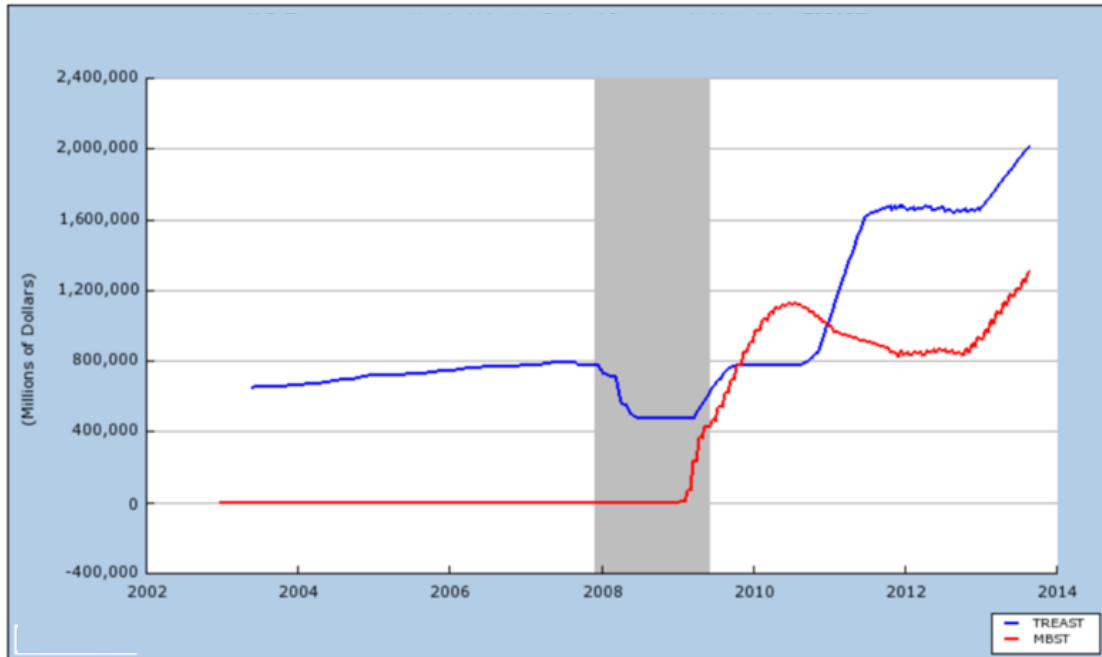
Anexo B – Taxa de juro de referência da Fed para empréstimos



Fonte: Reserva Federal

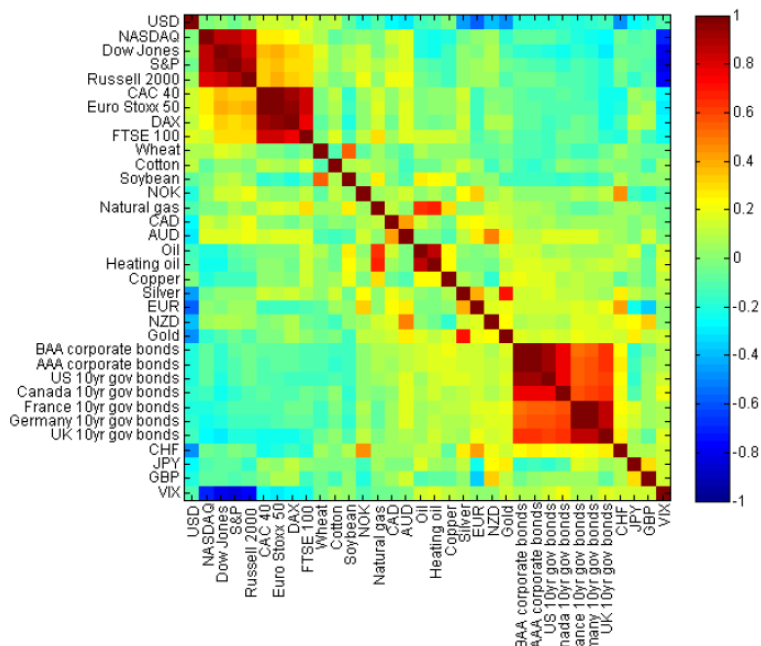
Expectativas dos Investidores Implícitas nos Preços das Opções: Reacções às Políticas Monetárias do BCE e da Fed

Anexo C – Reserva Federal Americana: Obrigações do Tesouro (a azul) e Obrigações hipotecárias (vermelho) detidas entre 2002 e 2013



Fonte: Reserva Federal

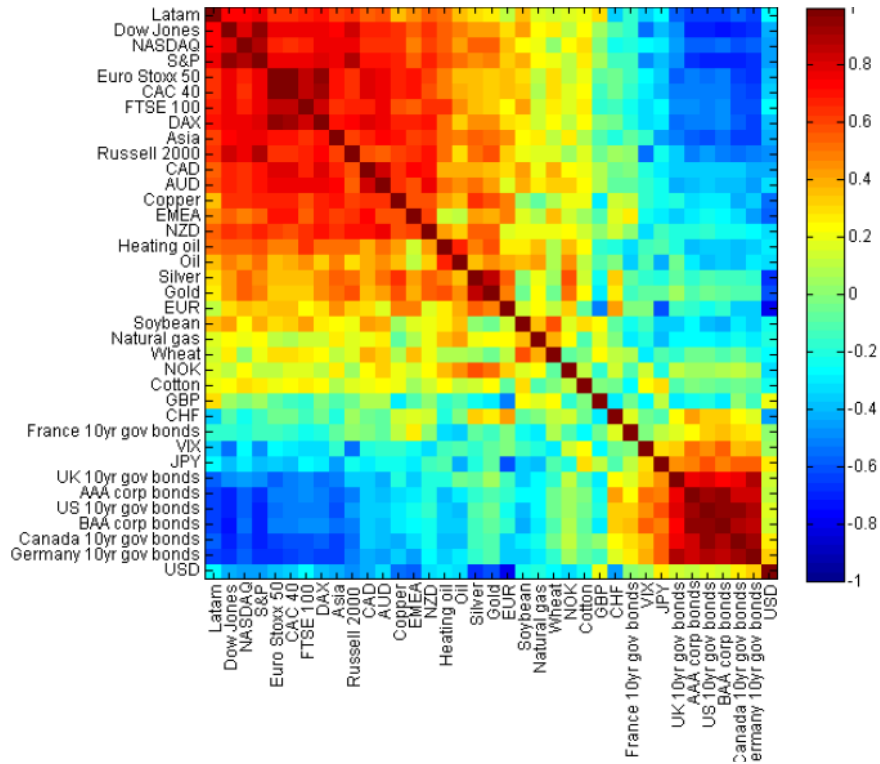
Anexo D – Correlações entre diferentes activos entre 2 de Junho de 2005 e 19 de Outubro de 2005



Fonte: HSBC (2011)

Expectativas dos Investidores Implícitas nos Preços das Opções: Reacções às Políticas Monetárias do BCE e da Fed

Anexo E – Correlações entre diferentes activos em Abril de 2012



Fonte: HSBC (2011)

Anexo F – Principais características dos activos subjacentes de taxa de juro e índices accionistas negociados na Chicago Mercantile Exchange (dados relativos ao 1.º quadrimestre de 2013)

INTEREST RATES													
CONTRACT	FUTURES TICKER*	OPTIONS TICKER*	CONTRACT SIZE	MINIMUM TICK SIZE	FUTURES				OPTIONS				
					Average Daily Volume (ADV)	% Traded Electronically	ADV Notional (\$ (in Millions))	Open Interest	ADV	% Traded Electronically	ADV Notional (\$ (in Millions))	Open Interest	
30 Day Federal Funds ²	ZQ	OZQ	\$5,000,000	Nearby: 0.0025 – \$10.4175 Others: 0.0050 – \$20.835	19,503	100%	\$97513	377,428	436	0%	\$2,180	14,283	
Eurodollar ²	GE	GE	\$1,000,000	Nearby: 0.0025 – \$6.25 Others: 0.005 – \$12.50	1,841,318	98%	\$1,841,318	9,083,674	399,509	14%	\$399,509	10,577,449	
2-Year Treasury Note ²	ZT	OZT	\$200,000	1/4 of 1/32 = \$15.625	257,420	88%	\$51,484	922,831	9,275	27%	\$1,855	196,349	
5-Year Treasury Note ²	ZF	OZF	\$100,000	1/4 of 1/32 = \$7.8125	715,463	92%	\$71,546	1,838,158	96,235	44%	\$9,623	940,887	
10-Year Treasury Note ²	ZN	OZN	\$100,000	1/2 of 1/32 = \$15.625	1,381,666	95%	\$138,167	2,193,583	331,088	54%	\$33,109	1,716,782	
U.S. Treasury Bond ²	ZB	OZB	\$100,000	1/32 = \$31.25	439,045	98%	\$43,904	623,631	74,821	67%	\$7,482	432,919	
Ultra T-Bond ²	UB	OUB	\$100,000	1/32 = \$31.25	84,830	91%	\$8,483	371,801	313	63%	\$31	3,274	

1. These contracts are listed with, and subject to, the rules and regulations of CME. 2. These contracts are listed with, and subject to, the rules and regulations of CBOT.

EQUITY INDEX													
CONTRACT	FUTURES TICKER*	OPTIONS TICKER*	CONTRACT SIZE	MINIMUM TICK SIZE	FUTURES				OPTIONS ³				
					Average Daily Volume (ADV)	% Traded Electronically	ADV Notional (\$ (in Millions))	Open Interest	ADV	% Traded Electronically	ADV Notional (\$ (in Millions))	Open Interest	
E-mini S&P 500 ²	ES	ES	\$50	0.25 = \$12.50 CAL Spread=0.05 = \$2.50	1,841,398	100%	\$139,327	2,969,828	273,354	100%	\$19,904	2,450,992	
S&P 500 ²	SP	CS/PS	\$250	0.10 = \$25.00 CAL Spread=0.05 = \$12.50	20,198	7%	\$7,685	158,900	31,759	0%	\$11,677	405,055	
E-mini NASDAQ 100 ²	NQ	NQ	\$20	0.25 = \$5.00 CAL Spread=0.05 = \$1.00	228,289	100%	\$12,375	361,092	2,537	100%	\$137	36,884	
E-mini Dow \$ ²	YM	OYMC/OYMP	\$5	1.00 = \$5.00	128,557	100%	\$8,991	112,208	644	100%	\$45	14,832	
E-mini S&P MidCap 400 ²	EMD	EMD	\$100	0.10 = \$10.00 CAL Spread=0.05 = \$5.00	20,443	100%	\$2,133	121,837	4	100%	\$0	127	
Nikkei 225 (YEN) ²	NIY	-	¥500	5.00 = ¥2500	40,879	100%	\$2,485	70,793					
Nikkei 225 (USD) ²	NKD	KN/N	\$5	5.00 = \$25.00	15,898	99%	\$903	67754					

1. These contracts are listed with, and subject to, the rules and regulations of CME. 2. These contracts are listed with, and subject to, the rules and regulations of CBOT. 3. American Style options represented only. *Tickers displayed are CME Globex product codes.

