



**A CONSISTÊNCIA ENTRE O MERCADO DE OPÇÕES E O  
MERCADO À VISTA DE LONDRES**

por

Filipa Inês da Cunha Oliveira Ferreira

Dissertação de Mestrado em Finanças

Orientada por:

Professor Doutor Manuel de Oliveira Marques

Professor Doutor Paulo Jorge Marques de Oliveira Ribeiro Pereira

2013

## NOTA BIOGRÁFICA

Filipa Inês da Cunha Oliveira Ferreira, natural de Vila Nova de Gaia, nasceu em 19 de Janeiro de 1987 e é, desde 2009, licenciada em Economia pela Faculdade de Economia da Universidade do Porto.

Em 2011, obteve o Certificado de Competências Pedagógicas de Formador pelo Instituto do Emprego e Formação Profissional. No ano letivo 2011/2012, frequentou as disciplinas de Projeto de Simulação Empresarial I e II, lecionadas no âmbito da licenciatura em Contabilidade e Administração, no Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto.

No período de Julho a Outubro de 2012, realizou uma prestação de serviços na Central de Balanços do Banco de Portugal, tendo efetuado o controlo de qualidade dos dados individuais das empresas não financeiras comunicados através da Informação Empresarial Simplificada. Desde Setembro de 2013, desempenha funções de auditora, na PricewaterhouseCoopers – SROC, Lda.

Paralelamente, participou em vários cursos, conferências, seminários e *workshops* abrangendo diversas áreas de formação complementares, incluindo três cursos intensivos de inglês, no Reino Unido. Em 2008, obteve o *Certificate in Proficiency English* pela *University of Cambridge*.

## **AGRADECIMENTOS**

Os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que me apoiaram nesta etapa da minha vida académica e, em especial, aos meus orientadores, Professor Doutor Manuel de Oliveira Marques pela motivação que incutiu em mim para a descoberta e aprofundamento deste tema e Professor Doutor Paulo Jorge Marques de Oliveira Ribeiro Pereira pela forma como me acolheu e contribuiu para que eu concretizasse o meu objetivo.

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho consiste em analisar a consistência entre os mercados da *London International Financial Futures and Options Exchange* (LIFFE) e da *London Stock Exchange* (LSE), utilizando as opções europeias sobre o FTSE100 e as opções americanas sobre as ações constituintes do FTSE100 com data de maturidade no ano de 2012. A análise é realizada através de testes baseados em condições de não arbitragem, mais especificamente a condição de fronteira inferior e a paridade *put-call*, e de testes baseados em modelos de avaliação de opções, sendo estes últimos utilizados apenas com o intuito de averiguar se fornecem resultados coerentes com os primeiros.

O trabalho desenvolvido para as opções europeias sobre o FTSE100, realizando testes baseados em condições de não arbitragem, fornece evidência empírica que não permite concluir a favor da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, sendo importante investigar os efeitos da introdução dos custos de transação, definidos em função do tipo de investidor. O trabalho desenvolvido para as opções americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, recorrendo aos mesmos testes, não fornece forte evidência empírica contra a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista. Por último, à semelhança da evidência empírica obtida a partir das condições de não arbitragem, os resultados obtidos com base nos modelos de avaliação de opções também não suportam a existência de consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, o que corrobora a expectativa de Galai (1989) e Nisbet (1992).

**Palavras chave:** consistência entre mercados e opções financeiras.

## **ABSTRACT**

The objective of this study is to analyse the cross market efficiency between the London International Financial Futures and Options Exchange (LIFFE) and the London Stock Exchange (LSE), using European options on the FTSE100 and American options on the FTSE100 constituent stocks with maturity date occurred in 2012. The analysis is done through tests based on no-arbitrage conditions, more specifically the lower boundary condition and the put-call parity, and tests based on option valuation models, the latter being used only for the purpose of ascertaining if the results are consistent with the first.

The work developed for European options on the FTSE100, performing tests based on no-arbitrage conditions, provides empirical evidence that does not allow to conclude in favor of cross market efficiency between the options market and the spot market, so it is important to investigate the effects of the introduction of transaction costs, defined according to the type of investor. The work developed for American options on the FTSE100 constituent stocks, using the same tests, does not provide strong empirical evidence against the cross market efficiency between the options market and the spot market. Finally, as the empirical evidence obtained from the no-arbitrage conditions, the results based on option valuation models also do not support the existence of cross market efficiency between the options market and the spot market, which confirms the expectation a Galai (1989) and Nisbet (1992).

**Keywords:** cross market efficiency and financial options.

# ÍNDICE

NOTA BIOGRÁFICA .....	ii
AGRADECIMENTOS .....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE DE QUADROS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 CONSISTÊNCIA ENTRE O MERCADO DE OPÇÕES E O MERCADO À VISTA.....	3
2.1.1 EFICIÊNCIA DO MERCADO DE OPÇÕES .....	3
2.1.2 PROBLEMA DA HIPÓTESE CONJUNTA .....	4
2.2 ESTUDOS EMPÍRICOS.....	4
2.2.1 MERCADO INGLÊS.....	5
2.2.2 MERCADO ALEMÃO .....	7
2.2.3 MERCADO FRANCÊS.....	8
2.2.4 MERCADO ITALIANO.....	11
2.2.5 MERCADO SUÍÇO .....	14
2.2.6 QUADRO SÍNTESE.....	17
3. METODOLOGIA .....	18
3.1 NOTAÇÃO.....	19
3.2 CONDIÇÃO DE FRONTEIRA INFERIOR.....	20
3.2.1 OPÇÕES EUROPEIAS .....	20
3.2.2 OPÇÕES AMERICANAS.....	21
3.3 PARIDADE <i>PUT-CALL</i> .....	23
3.3.1 OPÇÕES EUROPEIAS .....	23
3.3.2 OPÇÕES AMERICANAS.....	25
3.4 MODELOS DE AVALIAÇÃO DE OPÇÕES.....	26
3.4.1 OPÇÕES EUROPEIAS .....	28
3.4.2 OPÇÕES AMERICANAS.....	31
4. DADOS.....	34
4.1 MERCADOS .....	34

4.2 AMOSTRA.....	35
4.3 VARIÁVEIS .....	36
4.4 FONTES E <i>SOFTWARES</i> .....	42
5. RESULTADOS .....	43
5.1 CONDIÇÃO DE FRONTEIRA INFERIOR.....	43
5.1.1 OPÇÕES SOBRE O FTSE100.....	44
5.1.2 OPÇÕES SOBRE AS AÇÕES CONSTITUINTES DO FTSE100.....	45
5.2 PARIDADE <i>PUT-CALL</i> .....	48
5.2.1 OPÇÕES SOBRE O FTSE100.....	48
5.2.2 OPÇÕES SOBRE AS AÇÕES CONSTITUINTES DO FTSE100.....	50
5.3 MODELOS DE AVALIAÇÃO DE OPÇÕES .....	53
5.3.1 OPÇÕES SOBRE O FTSE100.....	53
5.3.2 OPÇÕES SOBRE AS AÇÕES CONSTITUINTES DO FTSE100.....	55
6. CONCLUSÕES .....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
ANEXOS .....	69

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Síntese dos estudos empíricos referentes aos mercados europeus. ....	17
--	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> - Síntese dos estudos empíricos que analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista nos mercados americano, japonês e australiano.....	70
<b>Anexo 2</b> - Modelos Alternativos ao Modelo de Black-Scholes-Merton. ....	72
<b>Anexo 3</b> - Modelos Alternativos ao Modelo de Cox-Ross-Rubinstein. ....	74
<b>Anexo 4</b> - <i>Top</i> 10 das bolsas mundiais, ordenadas por ordem decrescente do número de contratos (em milhões) referentes às opções sobre índices e às opções sobre ações transacionadas durante o ano de 2012. ....	77
<b>Anexo 5</b> - Número de contratos e volume de negócios (em milhões de euros) referentes às opções sobre índices e às opções sobre ações transacionadas nas bolsas europeias durante o ano de 2012.....	78
<b>Anexo 6</b> - <i>Top</i> 10 das bolsas mundiais, ordenadas por ordem decrescente do volume de negócios (em milhares de milhões de dólares) do mercado acionista durante o ano de 2012 e da capitalização bolsista (em milhares de milhões de dólares) no final do ano de 2012. ....	79
<b>Anexo 7</b> - Número de transações e volume de negócios (em milhões de euros) do mercado acionista das bolsas europeias durante o ano de 2012 e capitalização bolsista (em milhões de euros) das bolsas europeias no final do ano de 2012. ....	80
<b>Anexo 8</b> - Ações constituintes do FTSE100 em 31 de dezembro de 2012. ....	81
<b>Anexo 9</b> - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra sobre o FTSE100, em função do mês de maturidade.....	85
<b>Anexo 10</b> - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra sobre o FTSE100, em função do grau de <i>moneyness</i> da opção e do tempo até à maturidade da opção.....	86
<b>Anexo 11</b> - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de venda sobre o FTSE100, em função do mês de maturidade. ....	87
<b>Anexo 12</b> - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de venda sobre o FTSE100, em função do grau de <i>moneyness</i> da opção e do tempo até à maturidade da opção.....	88
<b>Anexo 13</b> - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do mês de maturidade. ....	89

<b>Anexo 14</b> - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do grau de <i>moneyness</i> da opção e do tempo até à maturidade da opção. ....	90
<b>Anexo 15</b> - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do mês de maturidade. ....	91
<b>Anexo 16</b> - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do grau de <i>moneyness</i> da opção e do tempo até à maturidade da opção. ....	92
<b>Anexo 17</b> - Síntese dos desvios da paridade <i>put-call</i> para o preço das opções de compra e de venda sobre o FTSE100, em função do mês de maturidade. ....	93
<b>Anexo 18</b> - Síntese dos desvios da paridade <i>put-call</i> para o preço das opções de compra e de venda sobre o FTSE100, em função do grau de <i>moneyness</i> da opção e do tempo até à maturidade da opção. ....	94
<b>Anexo 19</b> - Síntese dos desvios da paridade <i>put-call</i> para o preço das opções de compra e de venda sobre o FTSE100, em função do mês de maturidade. ....	95
<b>Anexo 20</b> - Síntese dos desvios da paridade <i>put-call</i> para o preço das opções de compra e de venda sobre o FTSE100, em função do grau de <i>moneyness</i> da opção e do tempo até à maturidade da opção. ....	96
<b>Anexo 21</b> - Síntese dos desvios da paridade <i>put-call</i> para o preço das opções de compra e de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do mês de maturidade. ....	97
<b>Anexo 22</b> - Síntese dos desvios da paridade <i>put-call</i> para o preço das opções de compra e de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do grau de <i>moneyness</i> da opção e do tempo até à maturidade da opção.....	98
<b>Anexo 23</b> - Síntese dos desvios da paridade <i>put-call</i> para o preço das opções de compra e de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do mês de maturidade. ....	99
<b>Anexo 24</b> - Síntese dos desvios da paridade <i>put-call</i> para o preço das opções de compra e de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do grau de <i>moneyness</i> da opção e do tempo até à maturidade da opção.....	100

<b>Anexo 25</b> - Síntese dos desvios entre o preço das opções de compra sobre o FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Black-Scholes-Merton, em função do mês de maturidade. ....	101
<b>Anexo 26</b> - Síntese dos desvios entre o preço das opções de compra sobre o FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Black-Scholes-Merton, em função do grau de <i>moneyness</i> da opção e do tempo até à maturidade da opção.....	102
<b>Anexo 27</b> - Síntese dos desvios entre o preço das opções de venda sobre o FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Black-Scholes-Merton, em função do mês de maturidade. ....	103
<b>Anexo 28</b> - Síntese dos desvios entre o preço das opções de venda sobre o FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Black-Scholes-Merton, em função do grau de <i>moneyness</i> da opção e do tempo até à maturidade da opção.....	104
<b>Anexo 29</b> - Síntese dos desvios entre o preço das opções de compra sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do mês de maturidade. ....	105
<b>Anexo 30</b> - Síntese dos desvios entre o preço das opções de compra sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do grau de <i>moneyness</i> da opção e do tempo até à maturidade da opção. ....	106
<b>Anexo 31</b> - Síntese dos desvios entre o preço das opções de venda sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do mês de maturidade. ....	107
<b>Anexo 32</b> - Síntese dos desvios entre o preço das opções de venda sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do grau de <i>moneyness</i> da opção e do tempo até à maturidade da opção. ....	108
<b>Anexo 33</b> - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior, dos desvios da paridade <i>put-call</i> e, também, dos desvios entre o preço das opções sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do constituinte.....	109

# 1. INTRODUÇÃO

Desde os anos 70 que se tem assistido a um crescimento muito considerável do mercado de derivados, quer em termos de volume, quer em termos de instrumentos financeiros disponíveis, sendo de salientar que, atualmente, a negociação de derivados se encontra disseminada pelos cinco continentes e assume grande relevo no mundo das finanças.

Os derivados são instrumentos financeiros cujo valor deriva do preço de outros ativos financeiros, que são designados por ativos subjacentes, sendo que as opções financeiras são o enfoque do presente trabalho. Dado que a opção é um contrato assimétrico, o vendedor recebe um prêmio, no momento da transação, como compensação pelo estado de sujeição que assume face ao direito unilateral do comprador, logo o preço da opção deve corresponder ao valor da opção, sendo que esta é uma questão central da Teoria das Opções. Assim, existe uma linha de investigação centrada no desenvolvimento de modelos de avaliação de opções precisos e computacionalmente eficientes e existe outra linha de investigação centrada na análise da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista com recurso aos modelos de avaliação de opções já desenvolvidos.

Uma grande parte dos estudos empíricos existentes sobre a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista são realizados através de testes baseados em modelos de avaliação de opções, porém, nestes estudos empíricos, a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista é testada juntamente com um modelo de avaliação, pelo que são confrontados com o problema da hipótese conjunta. Uma forma de ultrapassar este problema consiste em recorrer a testes baseados em condições de não arbitragem, uma vez que estas não dependem de qualquer modelo de avaliação, sendo que Brunetti e Torricelli (2007), entre outros, sugerem que as duas condições de não arbitragem que devem ser utilizadas são a condição de fronteira inferior e a paridade *put-call*.

A questão de investigação a que o presente trabalho pretende responder é se existe ou não consistência entre os mercados da *London International Financial Futures and Options Exchange* (LIFFE) e da *London Stock Exchange* (LSE), isto é, se a formação de preços nos dois mercados é consistente, como teoricamente se admite. Esta análise é realizada através de testes baseados em condições de não arbitragem e de testes baseados em modelos de avaliação de opções, no entanto, estes últimos apenas são

utilizados com o intuito de averiguar se fornecem resultados coerentes com os primeiros, já que, segundo Galai (1989) e Nisbet (1992), se a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista for rejeitada pelos testes baseados em condições de não arbitragem, também tem de ser rejeitada pelos testes baseados em modelos de avaliação de opções, quando ambos os testes são realizados sobre a mesma amostra.

A abrangência do presente trabalho, quer em termos da quantidade de dados tratados, quer em termos da diversidade de perspectivas de análise adotadas, constitui o principal contributo para a literatura existente sobre este tema, sendo também de referir que a ausência de estudos empíricos recentes relativos ao mercado inglês confere maior importância à evidência empírica obtida, pois o estudo empírico de Nisbet (1992) para este mercado já tem mais de vinte anos.

A análise desenvolvida neste trabalho para as opções europeias sobre o FTSE100, a partir de testes baseados em condições de não arbitragem, fornece evidência empírica que não permite concluir a favor da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, sendo importante investigar os efeitos da introdução dos custos de transação, definidos em função do tipo de investidor. A análise desenvolvida para as opções americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, com base nos mesmos testes, não fornece forte evidência empírica contra a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista. Por último, a análise desenvolvida para as opções europeias sobre o FTSE100 e para as opções americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, a partir de testes baseados em modelos de avaliação de opções, à semelhança da evidência empírica obtida a partir das condições de não arbitragem, também não suportam a existência de consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, corroborando a expectativa de Galai (1989) e Nisbet (1992).

Os restantes capítulos deste trabalho estão organizados da seguinte forma: no segundo capítulo é apresentada a revisão de literatura, no terceiro capítulo é exposta a metodologia, no quarto capítulo é descrita a amostra, no quinto capítulo são analisados os resultados empíricos e, por fim, no sexto capítulo são indicadas as principais conclusões e tópicos de investigação futura.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

No sentido de contextualizar o presente trabalho na literatura existente sobre este tema são apresentados, por um lado, o conceito teórico de consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista e, por outro, os estudos empíricos realizados através de testes baseados em condições de não arbitragem entre o mercado de opções e o mercado à vista, já que estes são a referência de comparação para os resultados obtidos.

### **2.1 CONSISTÊNCIA ENTRE O MERCADO DE OPÇÕES E O MERCADO À VISTA**

Como ponto de partida, importa enquadrar a análise da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista no âmbito da análise da eficiência do mercado de opções e abordar o problema da hipótese conjunta e suas implicações sobre esta análise.

#### **2.1.1 EFICIÊNCIA DO MERCADO DE OPÇÕES**

Brunetti e Torricelli (2007) afirmam que na análise da eficiência do mercado de opções é necessário ter em conta que existem duas noções de eficiência relevantes, que são a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista e a eficiência interna do mercado de opções. A análise da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista pode ser realizada através de testes baseados em modelos de avaliação de opções ou através de testes baseados em condições de não arbitragem entre o mercado de opções e o mercado à vista dos ativos subjacentes. A análise da eficiência interna do mercado de opções consiste na identificação de oportunidades de arbitragem dentro do próprio mercado de opções e, como tal, recorre a testes baseados em várias estratégias de arbitragem que envolvem apenas opções.

Uma vez que é necessário delimitar o objeto de estudo do presente trabalho, o enfoque será colocado na análise da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, não sendo realizados testes à eficiência interna destes dois mercados, pelo que não será possível retirar conclusões sobre a eficiência do mercado de opções, pois embora exista uma interligação entre os referidos conceitos, estes não se confundem. Brunetti e Torricelli (2007, pp. 27) salientam que “... *a good level of cross market efficiency does not necessarily indicate a comparable level of internal market efficiency, which is still as important as the former in evaluating the overall efficiency of the market.*”.

### **2.1.2 PROBLEMA DA HIPÓTESE CONJUNTA**

Uma grande parte dos estudos empíricos existentes sobre a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista procura verificar se existe correspondência entre o preço de mercado e o valor teórico das opções ou entre o preço de mercado e o preço implícito do ativo subjacente. Neste sentido, é necessário recorrer a modelos de avaliação que permitam obter o valor teórico das opções ou o preço implícito do ativo subjacente.

Porém, o maior obstáculo aos testes de consistência baseados em modelos de avaliação de opções é que a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista é testada juntamente com um modelo de avaliação. Deste modo, a rejeição dos testes não fornece informação sobre a causa da rejeição, pois tem duas interpretações possíveis: a primeira é a de que realmente não existe consistência entre os mercados e a segunda é a de que o modelo de avaliação é de aplicação questionável. O cenário descrito é identificado na literatura como o problema da hipótese conjunta ou *joint-hypothesis problem*, sendo originalmente apresentado por Fama (1991) no âmbito dos testes de eficiência.

Uma forma de ultrapassar o problema identificado consiste em recorrer às condições de não arbitragem para a realização dos testes de consistência, já que estas não dependem de qualquer modelo de avaliação e, como tal, não levantam preocupações relacionadas com a correta especificação do modelo. Logo, a rejeição destes testes apenas tem uma interpretação possível: é a de que não existe consistência entre os mercados. Brunetti e Torricelli (2007), entre outros, sugerem que as duas condições de não arbitragem que devem ser utilizadas na análise da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista são a condição de fronteira inferior e a paridade *put-call*.

## **2.2 ESTUDOS EMPÍRICOS**

Os estudos empíricos que analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, através de testes baseados em condições de não arbitragem, têm sido realizados utilizando opções sobre vários ativos subjacentes, tais como índices, ações, obrigações, taxas de juro de curto prazo, moedas e mercadorias, entre outros. Porém, uma vez que o presente trabalho está centrado nas opções sobre ativos subjacentes que pertencem ao mercado acionista, apenas se pretende destacar, de seguida, os estudos empíricos que utilizam opções sobre índices e sobre ações.

A maioria dos estudos empíricos que analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, através de testes baseados em condições de não arbitragem, têm sido realizados no contexto dos mercados de derivados mais desenvolvidos, com maior incidência no mercado americano. Logo, tendo em conta que o presente trabalho está centrado no mercado de Londres, são apresentados, de seguida, os estudos empíricos orientados para os mercados europeus mais desenvolvidos, sendo, porém, também indicados, no anexo 1, os estudos empíricos orientados para os mercados americano, japonês e australiano, por estes representarem mercados desenvolvidos em realidades diferentes da europeia.

De acordo com informação obtida em FESE (2013), as duas maiores bolsas europeias de derivados, em termos do volume de negócios e do número de contratos de opções sobre índices e sobre ações transacionados no ano de 2012, são a EUREX, formada pelos mercados alemão e suíço, e a Euronext.Liffe, formada pelos mercados belga, francês, holandês, inglês e português, pelo que se considera relevante apresentar os resultados obtidos em estudos empíricos relativos a cada um destes mercados. Dada a não transação de opções no mercado português e a impossibilidade de obter evidência empírica sobre os mercados belga e holandês, em alternativa, são apresentados os resultados obtidos em estudos empíricos relativos ao mercado italiano que, conforme salientado por Brunetti e Torricelli (2007), também é um dos mercados europeus de derivados mais desenvolvidos.

### **2.2.1 MERCADO INGLÊS**

Nisbet (1992) analisa a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, utilizando opções americanas sobre as ações de cinquenta e cinco empresas, que são todas as ações sobre as quais existem opções no início do período amostral, e dados diários para o período de 27 de junho de 1988 a 22 de dezembro de 1988, através da realização de testes *ex post* e *ex ante* baseados na paridade *put-call*.

Neste estudo são desenvolvidos testes relativamente a quatro cenários distintos, partindo do pressuposto de ausência de custos de transação e incluindo, gradualmente, o *bid-ask spread*, as comissões de abertura de posição e as comissões de fecho de posição, sendo, nestes últimos dois cenários, assumidos três possíveis montantes de comissões. Não

considerando a existência de custos de transação, Nisbet (1992) deteta desvios *ex post* da paridade *put-call* em quase 60% das observações que, com a inclusão do *bid-ask spread*, diminuem para menos de metade e se concentram nos casos em que o preço das ações é inferior a quatro libras, as ações não distribuem dividendos e o tempo até à maturidade da opção é superior ou igual a noventa dias e inferior a cento e oitenta dias, sendo que, em ambos os cenários, admitindo um desfasamento na execução da transação de um dia, estes desvios constituem oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas *ex ante* em mais de 50% das situações. Este autor evidencia, por um lado, que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge*, que implicam assumir uma posição curta no ativo subjacente, ocorrem mais vezes do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge*, que implicam assumir uma posição longa no ativo subjacente, e, por outro, que este facto é justificado pela existência de dificuldades na implementação de uma estratégia de *short hedge*, já que, no Reino Unido, o *short selling* apenas é permitido aos *market makers*, o que associado à vulnerabilidade dos ganhos potenciais resultantes da implementação da referida estratégia, devido à elevada probabilidade de exercício antecipado, permite argumentar que, em muitos casos, as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas *ex ante* através de uma estratégia de *short hedge* são apenas aparentes. Com a inclusão das comissões de abertura e de fecho de posição, Nisbet (1992) identifica uma redução significativa das oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas *ex ante* através de uma estratégia de *long hedge*, sendo estas praticamente inexistentes quando considerados montantes de comissões superiores.

Dado que as opções americanas analisadas não estão protegidas face à distribuição de dividendos, o referido autor investiga se a utilização de estimativas para os dividendos introduz distorções e, com base nos dividendos efetivos, verifica que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge* ocorrem mais vezes do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge*, apesar de o número total não se alterar significativamente, logo deve ser utilizada uma estimativa precisa desta variável. Em síntese, Nisbet (1992) defende que a análise desenvolvida fornece evidência empírica a favor da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista.

De notar que Goh e Allen (1984) também analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, utilizando opções sobre as ações de nove empresas, através da realização de testes baseados na paridade *put-call*, no entanto, não especificam claramente qual a amostra utilizada, pelo que as suas conclusões não são apresentadas neste trabalho. Assim, Nisbet (1992, pp. 387) afirma que “*There has been no prior research directed specifically at testing put-call parity theory on LTOM.*”.

### **2.2.2 MERCADO ALEMÃO**

Em 2000, Mittnik e Rieken publicam dois artigos em que analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, utilizando opções europeias sobre o índice de referência alemão (DAX) e dados intradiários para o período de 3 de fevereiro de 1992 a 29 de setembro de 1995, através da realização de testes *ex post* e *ex ante* baseados na condição de fronteira inferior e na paridade *put-call*.

Mittnik e Rieken (2000a) destacam que os desvios *ex post* da condição de fronteira inferior, apesar de variarem ao longo dos anos, ocorrem sempre em menos de 7% das observações, sendo que, com exceção do ano de 1992, o preço das opções de compra tende a registar mais desvios do que o preço das opções de venda. Mittnik e Rieken (2000b) identificam desvios *ex post* da paridade *put-call* na quase totalidade das observações, sendo que, em geral, o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra. Perante os resultados obtidos nos testes *ex post*, estes autores realizam testes *ex ante* com diferentes desfasamentos na execução da transação, mais especificamente um minuto, dez minutos, sessenta minutos e, ainda, duzentos e dez minutos para a condição de fronteira inferior ou duzentos e quarenta minutos para a paridade *put-call*, em que os desvios *ex post* da condição de fronteira inferior e da paridade *put-call* representam sinais de *mispricing* e despoletam a simulação de estratégias de arbitragem com vista a explorar esses desvios. Admitindo que não existem custos de transação, por um lado, Mittnik e Rieken (2000a) constataam que os desvios *ex post* da condição de fronteira inferior não podem ser totalmente explorados *ex ante*, uma vez que os preços tendem a ser rapidamente corrigidos e as oportunidades de arbitragem rapidamente dissipadas e, por outro, Mittnik e Rieken (2000b) concluem que os desvios *ex post* da paridade *put-call* constituem oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas *ex ante* com ganhos potenciais significativos, sendo que, em

ambos os casos, os ganhos potenciais resultantes da implementação de estratégias de arbitragem tendem a diminuir, podendo mesmo ser transformados em perdas potenciais à medida que aumenta o desfasamento na execução da transação. Considerando a existência de custos de transação, Mittnik e Rieken (2000a, 2000b) afirmam que se verifica uma diminuição substancial do número de desvios *ex post* da condição de fronteira inferior e da paridade *put-call* que constituem oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas *ex ante*, bem como uma queda acentuada dos ganhos potenciais resultantes da implementação de estratégias de arbitragem, sendo que o aumento do desfasamento na execução da transação contribui para que estes ganhos potenciais se transformem em perdas potenciais.

Os resultados obtidos indicam que os sinais de *mispricing* fornecidos pelos desvios do preço das opções de compra face ao estipulado pela condição de fronteira inferior, no primeiro artigo, e pelo facto de o preço das opções de venda ser relativamente superior ao preço das opções de compra, no segundo artigo, tendem a ser mais frequentes e duradouros, sendo que a justificação apresentada por Mittnik e Rieken (2000a, 2000b) está relacionada com a existência de restrições ao *short selling* na Alemanha, já que, neste contexto, é mais difícil implementar uma estratégia de *short hedge* que permitiria eliminar estas oportunidades de arbitragem, mas que implicaria fazer *short selling* do índice, mais concretamente das ações que o constituem. Adicionalmente, os referidos autores averiguam se os agentes participantes nos mercados financeiros se tornaram mais racionais desde a introdução das opções sobre o índice de referência alemão e, dividindo o período amostral em subamostras anuais, argumentam que, em geral, as oportunidades de arbitragem foram diminuindo ao longo dos anos, o que traduz um processo de aprendizagem gradual relativamente a este instrumento financeiro. Em síntese, Mittnik e Rieken (2000a, 2000b) defendem que a análise desenvolvida não apresenta forte evidência empírica contra a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista.

### **2.2.3 MERCADO FRANCÊS**

Capelle-Blancard e Chaudhury (2001) analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, utilizando opções europeias sobre o índice de referência francês (CAC40) e dados intradiários para o período de 2 de janeiro de 1997 a 30 de

dezembro de 1999, através da realização de testes *ex post* baseados na condição de fronteira inferior e de testes *ex post* e *ex ante* baseados na paridade *put-call*, sendo de destacar que estes autores também analisam a eficiência interna do mercado de opções, embora esses resultados não sejam apresentados, uma vez que estão fora do âmbito do presente trabalho.

No pressuposto de ausência de custos de transação e de restrições ao *short selling*, Capelle-Blancard e Chaudhury (2001) verificam que os desvios *ex post* da condição de fronteira inferior ocorrem em menos de 1% das observações e que são registados mais desvios do preço das opções de compra do que do preço das opções de venda, sendo estas observações eliminadas da amostra por serem consideradas *outliers*. Neste estudo são desenvolvidos testes *ex post* e *ex ante* baseados na paridade *put-call* relativamente a quatro cenários distintos, sendo que no primeiro se admite a ausência de custos de transação e de restrições ao *short selling*, no segundo apenas se considera o *bid-ask spread* e no terceiro e quarto são incluídos tanto o *bid-ask spread* como as comissões e as restrições ao *short selling* aplicáveis, respetivamente, a um investidor institucional e a um investidor individual. Capelle-Blancard e Chaudhury (2001) constataam que, no primeiro cenário, os desvios *ex post* da paridade *put-call* ocorrem na totalidade das observações, importando referir que o número de desvios é reduzido substancialmente nos cenários seguintes, de tal modo que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge* e de uma estratégia de *short hedge* por um investidor individual correspondem a menos de 2% das observações, porém, o ganho potencial médio resultante da implementação de estratégias de arbitragem nunca se torna negligenciável. Admitindo um desfaseamento na execução da transação de quinze minutos, estes autores concluem que, mesmo admitindo a inexistência de custos de transação, existe uma redução muito significativa do número de desvios *ex post* da paridade *put-call* que constituem oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas *ex ante*, sendo este número praticamente nulo quando o *bid-ask spread*, as comissões e as restrições ao *short selling* são incluídos na análise, mas, no entanto, o ganho potencial médio resultante da implementação de estratégias de arbitragem por um investidor institucional continua a não ser negligenciável. Por fim, Capelle-Blancard e Chaudhury (2001) salientam que, em todos os cenários, as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge* ocorrem mais vezes

do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge*.

Os referidos autores averiguam o impacto da introdução do Euro e das alterações nas especificações dos contratos de opções datadas de 1999 e, dividindo o período amostral em duas subamostras, argumentam que estes factos não são responsáveis por uma ligação mais próxima entre o mercado de opções e o mercado à vista, apesar de terem contribuído positivamente para um aumento substancial do número de contratos transacionados. Em síntese, Capelle-Blancard e Chaudhury (2001) defendem que a análise desenvolvida não fornece forte evidência empírica contra a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista.

Deville (2003b) analisa a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, utilizando opções europeias sobre o índice de referência francês (CAC40) e dados intradiários para o período de 1 de agosto de 2000 a 31 de julho de 2001, através da realização de testes *ex ante* baseados na paridade *put-call*, que surgem na sequência dos testes *ex post* desenvolvidos por Deville (2003a).

Admitindo que não existem custos de transação, Deville (2003b) regista desvios *ex post* da paridade *put-call* na totalidade das observações, porém, considerando as estimativas mensais dos custos de transação, o número de desvios é reduzido para menos de um quinto, apesar de o ganho potencial médio resultante da implementação de estratégias de arbitragem se manter praticamente inalterado, sendo ainda de realçar que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge* ocorrem mais vezes do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge*. Tendo em conta os resultados obtidos nos testes *ex post*, este autor realiza testes *ex ante* com diferentes desfasamentos na execução da transação, especificamente um minuto, três minutos, cinco minutos, dez minutos e sessenta minutos, em que os desvios *ex post* da paridade *put-call* representam sinais de *mispricing* e desencadeiam a simulação de estratégias de arbitragem com o intuito de explorar esses desvios. Deville (2003b) verifica que, tanto excluindo como incluindo os custos de transação, os desvios *ex post* da paridade *put-call* constituem oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas *ex ante* em menos de metade das situações, sendo de notar que o aumento do desfasamento na execução da transação

contribuiu para uma diminuição substancial deste número e para uma queda acentuada dos ganhos potenciais resultantes da implementação de estratégias de arbitragem, que se transformam em perdas potenciais apenas quando considerados os custos de transação.

O referido autor investiga o impacto da introdução do CAC40 *Master Unit*, em 21 de janeiro de 2001, que é um fundo de investimento que replica o índice de referência francês (CAC40) e, como tal, pode ser utilizado em alternativa a replicar o índice a partir das ações que o constituem, pelo que, dividindo o período amostral em duas subamostras, argumenta que após a introdução do CAC40 *Master Unit* existem menos oportunidades de arbitragem e menores ganhos potenciais resultantes da implementação de estratégias de arbitragem, tendo, conseqüentemente, contribuído positivamente para uma ligação mais próxima entre o mercado de opções e o mercado à vista. Em síntese, Deville (2003b) defende que a análise desenvolvida não fornece forte evidência empírica contra a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, à semelhança dos resultados obtidos por Capelle-Blancard e Chaudhury (2001).

#### **2.2.4 MERCADO ITALIANO**

Cavallo e Mammola (2000) analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, utilizando apenas opções europeias sobre o índice de referência italiano (MIB30) com maturidade de um mês e dados intradiários para o período de 29 de julho de 1996 a 18 de fevereiro de 1997, através da realização de testes *ex post* baseados na paridade *put-call*.

Neste estudo são desenvolvidos testes relativamente a dois cenários, que se distinguem pela ausência ou inclusão do *bid-ask spread*, sendo que em cada um dos cenários são assumidas as mesmas três hipóteses, que refletem a ausência de comissões e o montante de comissões pagas por um investidor institucional e por um investidor individual. Não considerando a existência de custos de transação, Cavallo e Mammola (2000) detetam desvios *ex post* da paridade *put-call* em cerca de 98% das observações que, com a inclusão do *bid-ask spread* e de montantes de comissões cada vez maiores, diminuem substancialmente de tal modo que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge* e de uma estratégia de *short hedge* por um investidor individual correspondem apenas a 4% das observações. Estes autores

evidenciam que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge* não ocorrem mais vezes do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge*, o que é explicado pela não existência de restrições ao *short selling* ou de custos elevados para a implementação de uma estratégia de *short hedge* na Itália, ao contrário do que acontece na maioria dos países. Em síntese, Cavallo e Mammola (2000) defendem que a análise desenvolvida apresenta evidência empírica a favor da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista.

Cassese e Guidolin (2004) analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, utilizando opções europeias sobre o índice de referência italiano (MIB30) e dados intradiários para o período de 6 de abril de 1999 a 31 de janeiro de 2000, através da realização de testes *ex post* e *ex ante* baseados na condição de fronteira inferior e na paridade *put-call*, sendo de realçar que estes autores também analisam a eficiência interna do mercado de opções, apesar de os resultados obtidos não serem apresentados, uma vez que estão fora do âmbito do presente trabalho.

No cenário de ausência de custos de transação, os referidos autores identificam, por um lado, desvios *ex post* da condição de fronteira inferior em cerca de 3% das observações e, por outro, desvios *ex post* da paridade *put-call* em cerca de 40% das observações que, em geral, constituem oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas *ex ante*, sendo de assinalar que, neste último caso, as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge* ocorrem mais vezes do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge*. Seguindo uma lógica distinta dos restantes contributos empíricos nesta área, os custos de transação são considerados uma componente crucial da noção de eficiência do mercado de opções e, como tal, a análise é desenvolvida com base no nível de custos de transação que é compatível com um nível razoavelmente baixo de oportunidades de arbitragem, sendo que Cassese e Guidolin (2004, pp. 277) afirmam que “*Given the novelty of the concept of efficiency we adopt, the comparison with other papers can only be indirect ...*”, pelo que apenas importa referir que a inclusão dos custos de transação, por um lado, reduz significativamente o número de desvios *ex post* da paridade *put-call* que, no entanto, constituem oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas *ex*

*ante* e que continuam a não ser negligenciáveis e, por outro, atenua o padrão relativo às estratégias de arbitragem existente no cenário anterior. Em síntese, Cassese e Guidolin (2004) defendem que a análise desenvolvida não apresenta evidência empírica a favor da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, ao contrário dos resultados obtidos por Cavallo e Mammola (2000).

Brunetti e Torricelli (2005), tendo presente as várias transformações do mercado de derivados italiano, analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, utilizando opções europeias sobre o índice de referência italiano (MIB30) e dados intradiários para o período de 1 de setembro de 2002 a 31 de dezembro de 2002, através da realização de testes *ex post* baseados na condição de fronteira inferior e de testes *ex post* e *ex ante* baseados na paridade *put-call*.

Admitindo que não existem custos de transação, Brunetti e Torricelli (2005) constatam que os desvios *ex post* da condição de fronteira inferior ocorrem em menos de 1% das observações, sendo que, com exceção do mês de novembro, o preço das opções de venda tende a registrar mais desvios do que o preço das opções de compra e o ganho potencial médio resultante da implementação de estratégias de arbitragem é pouco significativo. Estes autores acrescentam que, considerando a existência de custos de transação, tais como o *bid-ask spread* e as comissões, o número de desvios e o ganho potencial médio associado são praticamente inexistentes. No cenário de ausência de custos de transação, Brunetti e Torricelli (2005) verificam que os desvios *ex post* da paridade *put-call* ocorrem na totalidade das observações, sendo que, em geral, o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra e as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge* ocorrem mais vezes do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge*, proporcionando um ganho potencial médio ligeiramente superior, apesar de pouco significativo em quase todos os casos. Com a inclusão do *bid-ask spread*, os referidos autores destacam uma redução muito considerável do número de desvios *ex post* da paridade *put-call* e um aumento do ganho potencial médio associado, no entanto, desaparece o padrão relativo às estratégias de arbitragem existente no cenário anterior. Quando ao *bid-ask spread* são acrescentadas as comissões, podendo assumir quatro possíveis montantes em função do investidor em

questão, Brunetti e Torricelli (2005) salientam que existe uma ligeira redução adicional do número de desvios *ex post* da paridade *put-call*, que se acentua perante montantes de comissões cada vez superiores, e um aumento do ganho potencial médio associado, que deixa de ser negligenciável e assume particular relevância nos casos das opções *out of the money* e das opções com um tempo até à maturidade inferior a cinco dias ou superior a três meses. Admitindo um desfasamento na execução da transação de quinze minutos, estes autores assinalam que, no cenário de ausência de custos de transação, os desvios *ex post* da paridade *put-call* constituem oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas *ex ante* em apenas 50% das situações, sendo que esta percentagem é quase irrelevante quando se inclui o *bid-ask spread* e as comissões.

Brunetti e Torricelli (2005) sublinham que, quando considerados os custos de transação, as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge* não ocorrem mais vezes do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge*, sendo este facto explicado pela ausência de restrições ao *short selling* na Itália, situação que não se verifica na maioria dos mercados europeus e que, segundo os referidos autores, representa um fator potenciador da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista. Em síntese, Brunetti e Torricelli (2005) defendem que a análise desenvolvida fornece evidência empírica a favor de uma maior consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, em comparação com os resultados obtidos por Cavallo e Mammola (2000).

### **2.2.5 MERCADO SUÍÇO**

Lefoll, Ormond e Velazquez (1990) analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, utilizando opções americanas sobre as ações de doze empresas, que são ações constituintes do índice de referência suíço (SMI), e dados intradiários para o período de 29 de agosto de 1988 a 30 de novembro de 1988, através da realização de testes *ex post* e *ex ante* baseados na condição de fronteira inferior, aplicável às opções de compra, e na paridade *put-call*.

Analisando três condições de fronteira inferior, em função dos pressupostos assumidos relativamente às condições de exercício das opções de compra americanas que não estão protegidas face à distribuição de dividendos, Lefoll, Ormond e Velazquez (1990) apenas

registam desvios *ex post* da segunda condição de fronteira inferior em menos de 3% das observações, no pressuposto de ausência de custos de transação, que acabam por desaparecer com a inclusão dos custos de transação. No entanto, estes autores detetam desvios *ex post* da paridade *put-call* em cerca de 50% das observações, no pressuposto de ausência de custos de transação, sendo o número de desvios reduzido para menos de metade após a inclusão dos custos de transação, importando ainda realçar que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge* ocorrem mais vezes do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge*. Partindo dos sinais de *mispricing* fornecidos pelos desvios *ex post* da segunda condição de fronteira inferior observados, quando não é considerada a existência de custos de transação, e pelos desvios *ex post* da paridade *put-call* observados, quando é considerada a existência de custos de transação, e assumindo um desfasamento na execução da transação de quinze minutos, Lefoll, Ormond e Velazquez (1990) concluem que esses desvios constituem oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas *ex ante* em cerca de 80% das situações.

Os referidos autores averiguam, ainda, qual o impacto do preço do ativo subjacente, do montante dos dividendos e do tempo até à maturidade da opção sobre os desvios identificados, e argumentam, por um lado, que a relação entre estes fatores e os desvios da segunda condição de fronteira inferior não é relevante, pois se forem considerados os custos de transação, estes desvios são totalmente eliminados, e, por outro, que a relação entre estes fatores e os desvios da paridade *put-call* não é evidente. Em síntese, Lefoll, Ormond e Velazquez (1990) defendem que a análise da condição de fronteira inferior fornece evidência empírica a favor da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, no entanto, a análise da paridade *put-call* indicia que existe alguma inconsistência entre o mercado de opções e o mercado à vista durante o primeiro ano de atividade do mercado de opções suíço.

Chesney, Gibson e Loubergé (1995) analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, utilizando opções sobre o índice de referência suíço (SMI) e dois conjuntos de dados diferentes, através da realização de testes *ex post* baseados na condição de fronteira inferior e na paridade *put-call*. O primeiro conjunto de dados é constituído por dados diários para o período de 1 de janeiro de 1989 a 31 de dezembro

de 1990, no qual são transacionadas opções americanas, com exceção dos dois últimos trimestres de 1990 em que também são transacionadas opções europeias. O segundo conjunto de dados é constituído por dados intradiários para o período de 31 de março de 1992 a 27 de agosto de 1992, no qual são transacionadas apenas opções europeias.

Admitindo que não existem custos de transação, Chesney, Gibson e Loubergé (1995) identificam desvios *ex post* da condição de fronteira inferior em menos de 10% das observações e desvios *ex post* da paridade *put-call* na totalidade das observações, sendo que, em relação às opções americanas, no primeiro caso, o preço das opções de compra tende a apresentar mais desvios do que o preço das opções de venda e, no segundo, o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra, o que se deve às dificuldades na implementação de uma estratégia de *short hedge*, já que existem restrições ao *short selling* na Suíça. Estes autores exploram, ainda, a existência de desvios da paridade *put-call* em três cenários distintos, em função do montante dos custos de transação assumidos, e destacam que os desvios diminuem substancialmente à medida que os custos de transação aumentam, apesar de as oportunidades de arbitragem não serem totalmente eliminadas.

Dado que os resultados obtidos indicam que as opções europeias transacionadas nos dois últimos trimestres de 1990 registam menos desvios do que as opções americanas, Chesney, Gibson e Loubergé (1995) notam que os agentes participantes nos mercados financeiros, por um lado, compreendem melhor as condições de exercício das opções europeias do que das opções americanas e, por outro, foram sujeitos a um processo de aprendizagem gradual desde a introdução das opções sobre o índice de referência suíço. Os referidos autores verificam que os dados intradiários fornecem mais desvios *ex post* da condição de fronteira inferior e da paridade *put-call* do que os dados diários e explicam que este facto se deve à existência de problemas de falta de sincronicidade entre os dados relativos ao mercado de opções e ao mercado à vista que são escondidos com a utilização de dados diários. Em síntese, Chesney, Gibson e Loubergé (1995) defendem que a evidência empírica resultante da análise desenvolvida não permite concluir a favor da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista.

## 2.2.6 QUADRO SÍNTESE

Por último, é exposta a síntese dos estudos empíricos que analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista nos mercados europeus, sendo a referência de comparação para os resultados obtidos no presente trabalho:

Estudo Empírico	Condição Testada	Ativo Subjacente	Período	Favorável à Consistência?
Nisbet (1992)	PPC	Ações de 55 Empresas	27/Junho/1988 a 22/Dezembro/1988	Sim
Mittnik e Rieken (2000a)	CFI	DAX	03/Fevereiro/1992 a 29/Setembro/1995	Sim (-)
Mittnik e Rieken (2000b)	PPC	DAX	03/Fevereiro/1992 a 29/Setembro/1995	Sim (-)
Capelle-Blancard e Chaudhury (2001)	CFI e PPC	CAC40	02/Janeiro/1997 a 30/Dezembro/1999	Sim (-)
Deville (2003b)	PPC	CAC40	01/Agosto/2000 a 31/Julho/2001	Sim (-)
Cavallo e Mammola (2000)	PPC	MIB30	29/Julho/1996 a 18/Fevereiro/1997	Sim
Cassese e Guidolin (2004)	CFI e PPC	MIB30	06/Abril/1999 a 31/Janeiro/2000	Não
Brunetti e Torricelli (2005)	CFI e PPC	MIB30	01/Setembro/2002 a 31/Dezembro/2002	Sim
Lefoll, Ormond e Velazquez (1990)	CFI e PPC	Ações de 12 Empresas	29/Agosto/1988 a 30/Novembro/1988	Sim (CFI) e Não (PPC)
Chesney, Gibson e Loubergé (1995)	CFI e PPC	SMI	01/Janeiro/1989 a 31/Dezembro/1990 e 31/Março/1992 a 27/Agosto/1992	Não

Sim (-): Não há forte evidência empírica contra a consistência entre os mercados.

**Quadro 1** – Síntese dos estudos empíricos referentes aos mercados europeus.

No próximo capítulo é apresentada a metodologia utilizada para responder à questão de investigação do presente trabalho, ou seja, para averiguar se existe ou não consistência entre os mercados da *London International Financial Futures and Options Exchange* (LIFFE) e da *London Stock Exchange* (LSE).

### 3. METODOLOGIA

A análise da consistência entre os mercados da *London International Financial Futures and Options Exchange* e da *London Stock Exchange* é realizada através de testes baseados em condições de não arbitragem entre o mercado de opções e o mercado à vista dos ativos subjacentes, sendo aplicadas as condições adaptadas para opções europeias, no caso das opções sobre o FTSE100, e as condições adaptadas para opções americanas, no caso das opções sobre as ações constituintes do FTSE100. Brunetti e Torricelli (2007), entre outros, sugerem que as duas condições de não arbitragem que devem ser utilizadas são a condição de fronteira inferior e a paridade *put-call*, sendo que estas não dependem de qualquer modelo de avaliação e, como tal, é possível considerar que se encontram isentas de eventuais problemas associados à correta especificação do modelo. Assim, é testada a verificação das condições de não arbitragem e, nas situações em que existem desvios, é apurada e analisada a dimensão desses desvios.

A análise da consistência entre os mercados da *London International Financial Futures and Options Exchange* e da *London Stock Exchange* é também realizada através de testes baseados em modelos de avaliação de opções, pelo que, tendo em conta que as opções sobre o FTSE100 são opções europeias e as opções sobre as ações constituintes do FTSE100 são opções americanas, é necessário recorrer a modelos de avaliação adequados a cada caso, de modo a obter o valor teórico das opções de compra e de venda, para diferentes preços de exercício e várias datas de maturidade. Neste sentido, o valor teórico das opções sobre o FTSE100 é obtido através do modelo desenvolvido por Black e Scholes (1973) e Merton (1973a) e o valor teórico das opções sobre as ações constituintes do FTSE100 é obtido pelo modelo binomial de Cox, Ross e Rubinstein (1979), sendo que a sua escolha é justificada pelo destaque que assumem na Teoria das Opções. De seguida, é apurada a dimensão dos desvios do preço de mercado das opções face ao respetivo valor teórico e, ainda, efetuada uma análise desses desvios.

Galai (1989) e Nisbet (1992) afirmam que se a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista for rejeitada pelos testes baseados em condições de não arbitragem, também tem de ser rejeitada pelos testes baseados em modelos de avaliação de opções, quando ambos os testes são realizados sobre a mesma amostra. Deste modo, a análise da consistência entre os mercados da *London International Financial Futures and Options*

*Exchange* e da *London Stock Exchange* é realizada através de testes baseados em condições de não arbitragem e de testes baseados em modelos de avaliação de opções, no entanto, estes últimos apenas são utilizados com o intuito de averiguar se fornecem resultados coerentes com os primeiros.

### 3.1 NOTAÇÃO

Nesta fase, importa indicar e diferenciar a notação utilizada no âmbito da apresentação das condições de não arbitragem e dos modelos de avaliação de opções.

A notação utilizada na exposição da metodologia de análise é a seguinte:  $c$  - preço da opção de compra europeia, nas condições de não arbitragem, ou valor da opção de compra europeia, nos modelos de avaliação de opções;  $C$  - preço da opção de compra americana, nas condições de não arbitragem, ou valor da opção de compra americana, nos modelos de avaliação de opções;  $p$  - preço da opção de venda europeia, nas condições de não arbitragem, ou valor da opção de venda europeia, nos modelos de avaliação de opções;  $P$  - preço da opção de venda americana, nas condições de não arbitragem, ou valor da opção de venda americana, nos modelos de avaliação de opções;  $S_0$  - preço corrente do ativo subjacente;  $K$  - preço de exercício da opção;  $T$  - tempo até à maturidade da opção (em anos);  $r$  - taxa de juro isenta de risco (anual e continuamente composta);  $y$  - *dividend yield*; e, sendo utilizadas apenas nos modelos de avaliação de opções,  $\sigma$  - volatilidade do preço do ativo subjacente (anualizada e medida pelo desvio padrão da taxa de retorno continuamente composta do ativo subjacente);  $n$  - número de períodos em que se fraciona o tempo até à maturidade da opção;  $\Delta t$  - duração de cada período (em anos);  $q$  - probabilidade neutral ao risco de subida do preço do ativo subjacente;  $1-q$  - probabilidade neutral ao risco de descida do preço do ativo subjacente;  $u$  - coeficiente de subida do preço do ativo subjacente;  $d$  - coeficiente de descida do preço do ativo subjacente.

De notar que é indicada a notação utilizada para o *dividend yield*, mas não para os dividendos discretos pagos pelo ativo subjacente durante a vida da opção, pois, conforme justificado no próximo capítulo, neste trabalho é assumido que o ativo subjacente distribui dividendos contínuos, logo apenas importa apresentar as condições de não arbitragem e os modelos de avaliação de opções, ajustados pelo *dividend yield*.

### 3.2 CONDIÇÃO DE FRONTEIRA INFERIOR

As condições de fronteira inferior, que se aplicam ao preço de uma opção de compra europeia ou americana e ao preço de uma opção de venda europeia ou americana, resultam apenas da aplicação do princípio da ausência de dominância estocástica, sem a necessidade de pressupor qualquer processo estocástico seguido pelos preços do ativo subjacente e da opção, sendo que, se os preços das opções não estiverem dentro desses limites, existem oportunidades de arbitragem, conforme refere Merton (1973a), que é o primeiro autor a enunciar um exaustivo rol de restrições para o preço das opções. De acordo com Merton (1973a), Cox e Rubinstein (1985), Dubofsky (1992) e Hull (2012), os únicos pressupostos admitidos são a ausência de atritos de mercado, a inexistência de depósito de margens ou de restrições às vendas a descoberto, a inexistência de restrições a empréstimos e a aplicações à taxa de juro isenta de risco, sendo esta sempre positiva, e a ausência de oportunidades de arbitragem isentas de risco, já que, sempre que estas surgem, os arbitragistas atuam no sentido de as aproveitar e eliminar.

#### 3.2.1 OPÇÕES EUROPEIAS

Admitindo a inexistência de dividendos, Dubofsky (1992) e Hull (2012) demonstram que o preço de uma opção de compra europeia nunca pode ser inferior ao máximo entre zero e a diferença entre o preço corrente do ativo subjacente e o valor atual do preço de exercício da opção, uma vez que, se esta condição não se verificar, um arbitragista pode obter lucro isento de risco se comprar a opção de compra, vender o ativo subjacente e investir o valor atual do preço de exercício da opção à taxa de juro isenta de risco, por um período igual ao tempo até à maturidade da opção:

$$\text{Ausência de Dividendos: } c \geq \max(0, S_0 - Ke^{-rT}).$$

Admitindo a existência de dividendos contínuos, com *dividend yield* constante, Hull (2012) confirma que é possível obter uma condição de fronteira inferior equivalente à anterior, reduzindo o preço corrente do ativo subjacente pelo *dividend yield*, ou seja:

$$\text{Com Dividendos Contínuos: } c \geq \max(0, S_0 e^{-yT} - Ke^{-rT}).$$

Admitindo a existência de dividendos discretos, com montante e data de pagamento conhecidos, Dubofsky (1992) e Hull (2012) comprovam que o preço de uma opção de

compra europeia nunca pode ser inferior ao máximo entre zero e a diferença entre o preço corrente do ativo subjacente deduzido do valor atual dos dividendos pagos pelo ativo subjacente durante a vida da opção e o valor atual do preço de exercício da opção.

Admitindo a inexistência de dividendos, Dubofsky (1992) e Hull (2012) demonstram que o preço de uma opção de venda europeia nunca pode ser inferior ao máximo entre zero e a diferença entre o valor atual do preço de exercício da opção e o preço corrente do ativo subjacente, uma vez que, se esta condição não se verificar, um arbitragista pode obter lucro isento de risco se comprar a opção de venda, comprar o ativo subjacente e contrair um empréstimo pelo valor atual do preço de exercício da opção à taxa de juro isenta de risco, por um período igual ao tempo até à maturidade da opção:

$$\text{Ausência de Dividendos: } p \geq \max(0, Ke^{-rT} - S_0).$$

Admitindo a existência de dividendos contínuos, com *dividend yield* constante, Hull (2012) confirma que é possível obter uma condição de fronteira inferior equivalente à anterior, reduzindo o preço corrente do ativo subjacente pelo *dividend yield*, ou seja:

$$\text{Com Dividendos Contínuos: } p \geq \max(0, Ke^{-rT} - S_0e^{-yT}).$$

Admitindo a existência de dividendos discretos, com montante e data de pagamento conhecidos, Dubofsky (1992) e Hull (2012) comprovam que o preço de uma opção de venda europeia nunca pode ser inferior ao máximo entre zero e a diferença entre o valor atual do preço de exercício da opção e o preço corrente do ativo subjacente acrescido do valor atual dos dividendos pagos pelo ativo subjacente durante a vida da opção.

### **3.2.2 OPÇÕES AMERICANAS**

Admitindo a inexistência de dividendos, Dubofsky (1992) e Hull (2012) verificam que o preço de uma opção de compra americana nunca pode ser inferior ao máximo entre zero e a diferença entre o preço corrente do ativo subjacente e o valor atual do preço de exercício da opção, à semelhança do que acontece com uma opção de compra europeia neste cenário, pois, conforme provado em Merton (1973a), nunca é ótimo exercer antecipadamente uma opção de compra americana sobre um ativo subjacente que não distribui dividendos. Dubofsky (1992) apresenta também uma condição de fronteira inferior mais fraca, segundo a qual o preço de uma opção de compra americana nunca

pode ser inferior ao máximo entre zero e a diferença entre o preço corrente do ativo subjacente e o preço de exercício da opção, mas refere que, como esta opção pode ser vendida, antes da data de maturidade, por um valor superior ao seu valor intrínseco, o seu exercício antecipado não é racional, pelo que a condição de fronteira inferior a ser utilizada não deve ser esta, mas sim a anterior:

$$\text{Ausência de Dividendos: } C \geq \max(0, S_0 - Ke^{-rT}).$$

Admitindo a existência de dividendos contínuos, em que o *dividend yield* é constante e positivo, Merton (1973a) refere que existe sempre uma probabilidade positiva de uma opção americana ser exercida antecipadamente. Logo, a condição de fronteira inferior para a opção de compra americana fica semelhante à condição de fronteira inferior para a opção de compra europeia, sendo necessário acrescentar a possibilidade de exercício antecipado da opção, de tal modo que:

$$\text{Com Dividendos Contínuos: } C \geq \max(0, S_0 - K, S_0e^{-yT} - Ke^{-rT}).$$

Admitindo a existência de dividendos discretos, com montante e data de pagamento conhecidos, Dubofsky (1992) apresenta a dedução da condição de fronteira inferior para a opção de compra americana. Cox e Rubinstein (1985) e Dubofsky (1992) salientam que, neste caso, apenas é racional exercer uma opção de compra americana sobre um ativo subjacente que distribui dividendos, imediatamente antes do pagamento dos dividendos ou na data de maturidade, pelo que não é ótimo o seu exercício em qualquer outro momento, sendo, por isso, preferível a sua venda.

Admitindo a inexistência de dividendos, Dubofsky (1992) e Hull (2012) verificam que o preço de uma opção de venda americana nunca pode ser inferior ao máximo entre zero e a diferença entre o preço de exercício da opção e o preço corrente do ativo subjacente, já que, se esta condição não se verificar, um arbitragista pode obter lucro isento de risco se comprar a opção de venda, comprar o ativo subjacente e exercer imediatamente a opção. Dubofsky (1992) explica ainda que, ao contrário do que acontece com uma opção de compra americana sobre um ativo subjacente que não distribui dividendos, frequentemente é ótimo exercer antecipadamente uma opção de venda americana, logo:

$$\text{Ausência de Dividendos: } P \geq \max(0, K - S_0).$$

Admitindo a existência de dividendos contínuos, em que o *dividend yield* é constante e positivo, Merton (1973a) refere que existe sempre uma probabilidade positiva de uma opção americana ser exercida antecipadamente. Logo, a condição de fronteira inferior para a opção de venda americana fica semelhante à condição de fronteira inferior para a opção de venda europeia, sendo necessário acrescentar a possibilidade de exercício antecipado da opção, de tal modo que:

$$\text{Com Dividendos Contínuos: } P \geq \max(0, K - S_0, Ke^{-rT} - S_0e^{-yT}).$$

Admitindo a existência de dividendos discretos, com montante e data de pagamento conhecidos, Dubofsky (1992) apresenta a dedução da condição de fronteira inferior para a opção de venda americana. Cox e Rubinstein (1985) e Dubofsky (1992) evidenciam que, neste caso, é racional exercer antecipadamente uma opção de venda americana sobre um ativo subjacente que distribui dividendos, sendo que o exercício da opção pode ocorrer antes ou imediatamente após o pagamento dos dividendos.

### **3.3 PARIDADE *PUT-CALL***

A paridade *put-call*, tal como as condições de fronteira inferior, não requer a definição de pressupostos quanto ao processo estocástico seguido pelos preços do ativo subjacente e da opção, sendo este aspeto que as distingue dos modelos de avaliação de opções. A paridade *put-call* é, originalmente, derivada por Stoll (1969), que apenas assume como pressupostos a ausência de atritos de mercado, a igualdade entre o benefício de vender uma opção e o custo de comprar uma opção, pois não existe depósito de margens, a ausência de restrições às vendas a descoberto, a inexistência de restrições a empréstimos e a aplicações à taxa de juro isenta de risco, sendo esta sempre positiva, a inexistência de distribuição de dividendos ou a proteção das opções face à distribuição de dividendos e a ausência de oportunidades de arbitragem isentas de risco, já que, sempre que estas surgem, os arbitragistas ou conversores atuam no sentido de as aproveitar e eliminar.

#### **3.3.1 OPÇÕES EUROPEIAS**

Stoll (1969) argumenta que a paridade *put-call* estabelece uma importante condição de equilíbrio entre o preço de uma opção de compra e o preço de uma opção de venda, de tipo europeu, sobre o mesmo ativo subjacente, com o mesmo preço de exercício e a

mesma data de maturidade. O referido autor demonstra que esta relação é assegurada por mecanismos de arbitragem, mais concretamente por mecanismos de conversão, através dos quais uma opção de venda pode ser convertida numa opção de compra e/ou uma opção de compra pode ser convertida numa opção de venda, sem qualquer custo ou risco para o conversor. Merton (1973b) apresenta um comentário ao artigo de Stoll (1969), tendo feito um ajustamento à fórmula da paridade *put-call*, no sentido de considerar que o preço de exercício da opção pode ser diferente do preço corrente do ativo subjacente. Merton (1973a), Cox e Rubinstein (1985), Dubofsky (1992) e Hull (2012), partindo do mesmo conjunto de pressupostos de Stoll (1969), apresentam uma prova alternativa da paridade *put-call*, obtendo a seguinte expressão final:

$$\text{Ausência de Dividendos: } c - p = S_0 - Ke^{-rT}.$$

Considerando que o ativo subjacente distribui dividendos durante a vida da opção, com *dividend yield* constante, Stoll e Whaley (1986) apresentam a demonstração da paridade *put-call* e Hull (2012) refere que esta pode ser obtida a partir da fórmula aplicável à situação de ausência de distribuição de dividendos, sendo apenas necessário reduzir o preço corrente do ativo subjacente pelo *dividend yield*, isto é:

$$\text{Com Dividendos Contínuos: } c - p = S_0e^{-yT} - Ke^{-rT}.$$

Considerando que o ativo subjacente distribui dividendos discretos, com montante e data de pagamento conhecidos, Cox e Rubinstein (1985), Dubofsky (1992) e Hull (2012) apresentam a dedução da paridade *put-call*, sendo de assinalar que, neste caso, é necessário reduzir o preço corrente do ativo subjacente pelo valor atual dos dividendos pagos pelo ativo subjacente durante a vida da opção, utilizando a taxa de juro isenta de risco para efetuar a atualização.

Cox e Rubinstein (1985) e Hull (2012) argumentam que a paridade *put-call* permite determinar o preço de uma opção de compra a partir do preço de uma opção de venda, e vice-versa, se forem conhecidos o preço corrente do ativo subjacente, a taxa de juro isenta de risco e os dividendos, caso existam, na condição de ambas as opções serem europeias e terem o mesmo preço de exercício e a mesma data de maturidade. Cox e Rubinstein (1985) explicam que, mantendo estas cinco variáveis constantes, a alteração de qualquer outra variável que influencie o preço de uma opção afeta os preços das

opções de compra e de venda europeias na mesma proporção. Dubofsky (1992) refere que, neste contexto, existe uma relação explícita entre os preços das opções de compra e de venda europeias, traduzida pela paridade *put-call*, que se verifica independentemente das expectativas do mercado. Stoll (1969) salienta, ainda, que a paridade *put-call* não estabelece qual é o nível dos preços das opções de compra e de venda europeias, mas apenas define qual deve ser a diferença entre esses preços.

### 3.3.2 OPÇÕES AMERICANAS

Stoll (1969) estende, ainda, a sua análise ao caso das opções que podem ser exercidas antes da data de maturidade, ou seja, as opções americanas, e argumenta que, se as opções estiverem protegidas face à distribuição de dividendos, então é possível provar que nunca é racional exercer antecipadamente as opções, pelo que a paridade *put-call* atrás enunciada mantém-se válida. Num importante comentário a este artigo, Merton (1973b) afirma que a fundamentação de Stoll (1969) não é correta, dado que, embora não seja racional exercer antecipadamente uma opção de compra protegida face à distribuição de dividendos, o mesmo não acontece com uma opção de venda, mesmo que esta esteja protegida face à distribuição de dividendos. Assim, Merton (1973b) enfatiza que a paridade *put-call* enunciada por Stoll (1969) não se aplica às opções americanas e demonstra que a relação entre o preço de uma opção de compra e o preço de uma opção de venda, de tipo americano, sobre o mesmo ativo subjacente, com o mesmo preço de exercício e a mesma data de maturidade, pode ser obtida através de condições de fronteira. De imediato, Stoll (1973) reconhece que a sua formulação da paridade *put-call* deve ser aplicada exclusivamente às opções que apenas podem ser exercidas na data de maturidade, ou seja, as opções europeias, e concorda que no caso das opções que podem ser exercidas antes da data de maturidade, ou seja, as opções americanas, devem ser aplicadas as condições de fronteira indicadas por Merton (1973b). A relação entre os preços das opções de compra e de venda americanas sobre um ativo subjacente que não distribui dividendos é derivada, pela primeira vez, por Merton (1973a), sendo de mencionar que, posteriormente, Cox e Rubinstein (1985), Dubofsky (1992) e Hull (2012) também apresentam a prova da paridade *put-call* para opções americanas, obtendo a seguinte expressão final:

$$\text{Ausência de Dividendos: } S_0 - Ke^{-rT} \geq C - P \geq S_0 - K.$$

Considerando que o ativo subjacente distribui dividendos durante a vida da opção, com *dividend yield* constante, Stoll e Whaley (1986) apresentam a demonstração da paridade *put-call* para opções americanas e Hull (2012) refere que esta pode ser obtida a partir da fórmula aplicável à situação de ausência de distribuição de dividendos, sendo apenas necessário reduzir o preço corrente do ativo subjacente pelo *dividend yield*, no caso da condição de fronteira inferior, isto é:

$$\text{Com Dividendos Contínuos: } S_0 - Ke^{-rT} \geq C - P \geq S_0e^{-yT} - K.$$

Considerando que o ativo subjacente distribui dividendos discretos, com montante e data de pagamento conhecidos, Dubofsky (1992) e Hull (2012) apresentam a dedução da paridade *put-call* para opções americanas, sendo de assinalar que, neste caso, é necessário reduzir o preço corrente do ativo subjacente pelo valor atual dos dividendos pagos pelo ativo subjacente durante a vida da opção, utilizando a taxa de juro isenta de risco para efetuar a atualização, no caso da condição de fronteira inferior.

Merton (1973b) afirma que a teoria desenvolvida por Stoll (1969) baseia-se, sobretudo, na ideia de que o mecanismo de conversão não envolve riscos para o conversor, sendo que a fórmula obtida para a paridade *put-call* resulta diretamente desse pressuposto. Merton (1973b) explica que, embora esse pressuposto se verifique no caso das opções europeias, o mesmo não acontece no caso das opções americanas, uma vez que o mecanismo de conversão envolve riscos para o conversor. Neste contexto, Stoll (1973), que subscreve os resultados de Merton (1973b), e Hull (2012) referem que, mediante argumentos de arbitragem, apenas é possível definir quais devem ser as condições de fronteira para a diferença entre os preços das opções de compra e de venda americanas.

### **3.4 MODELOS DE AVALIAÇÃO DE OPÇÕES**

Enquanto o valor de uma opção na data de maturidade depende apenas do preço do ativo subjacente e do preço de exercício da opção, o valor de uma opção antes da data de maturidade é influenciado por um conjunto mais alargado de variáveis. Deste modo, é consensual que, antes da data de maturidade, o valor de uma opção é determinado a partir de seis variáveis, que são o preço do ativo subjacente, o preço de exercício da opção, o tempo até à maturidade da opção, a taxa de juro isenta de risco, o *dividend yield* ou os dividendos discretos pagos pelo ativo subjacente durante a vida da opção e a

volatilidade do preço do ativo subjacente, sendo que apenas esta última variável não é diretamente observável e, por isso, tem de ser estimada, assumindo grande importância na avaliação de uma opção. Importa sublinhar que, no caso do modelo binomial, o valor de uma opção é determinado a partir destas seis variáveis e de uma variável adicional, que é o número de períodos em que se fraciona o tempo até à maturidade da opção. Os efeitos provocados por alterações nestas variáveis sobre o valor de uma opção são explicados e analisados com grande detalhe em Cox e Rubinstein (1985), Dubofsky (1992) e Hull (2012).

O valor de uma opção americana não pode ser inferior ao valor de uma opção europeia idêntica, dado que a opção americana oferece a possibilidade de exercício antecipado, conforme provado em Merton (1973a), Cox e Rubinstein (1985) e Hull (2012) e, como tal, a diferença entre os seus valores corresponde ao prémio de exercício antecipado. Merton (1973a), por um lado, prova que nunca é ótimo exercer antecipadamente uma opção de compra americana sobre um ativo subjacente que não distribui dividendos e, portanto, o prémio de exercício antecipado é nulo, pelo que o valor desta opção é igual ao valor de uma opção de compra europeia idêntica e, por outro, afirma que se o ativo subjacente distribuir dividendos até à data de maturidade da opção, independentemente da natureza dos dividendos, a probabilidade de exercício antecipado de uma opção de compra americana é não nula. Merton (1973a) demonstra, ainda, que a probabilidade de exercício antecipado de uma opção de venda americana é não nula. Neste sentido, Stoll e Whaley (1986) apresentam uma análise detalhada sobre as condições de exercício antecipado das opções de compra e de venda americanas e Dubofsky (1992) analisa os fatores que influenciam a probabilidade de exercício antecipado destas opções.

Tendo presente este enquadramento sobre as variáveis que determinam o valor de uma opção antes da data de maturidade, são apresentados os modelos de avaliação de opções utilizados no âmbito do presente trabalho, nomeadamente o modelo desenvolvido por Black e Scholes (1973) e Merton (1973a), para avaliar as opções europeias, e o modelo binomial de Cox, Ross e Rubinstein (1979), para avaliar as opções americanas. Dado que a análise da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista através de testes baseados em modelos de avaliação de opções está sujeita ao problema da hipótese conjunta, apenas se espera averiguar se os resultados obtidos são coerentes com os

fornecidos pelos testes baseados em condições de não arbitragem, não se pretendendo investigar a razoabilidade dos pressupostos assumidos pelos modelos de avaliação de opções, em particular, em relação ao processo estocástico seguido pelos preços do ativo subjacente e da opção, nem estabelecer comparações com outros estudos empíricos.

### **3.4.1 OPÇÕES EUROPEIAS**

O modelo desenvolvido por Black e Scholes (1973) e Merton (1973a) é um modelo de avaliação de opções em tempo contínuo, que constitui um marco no âmbito da avaliação de opções europeias, sendo ainda apresentados alguns modelos alternativos no anexo 2.

Na derivação do seu modelo de avaliação de opções, Black e Scholes (1973) assumem pressupostos que refletem “condições ideais”, tanto para o mercado do ativo subjacente como para o mercado de opções, e referem que, sob esse conjunto de pressupostos, o valor de uma opção é função apenas do preço do ativo subjacente e do tempo, sendo que as restantes variáveis são conhecidas e constantes. Admitindo que o preço do ativo subjacente segue um movimento Browniano geométrico e tendo em conta que o preço de uma opção é função do preço do ativo subjacente e do tempo, o lema de Itô permite demonstrar que o preço da opção segue um processo de Itô, pelo que, como o processo de Wiener inerente ao preço do ativo subjacente e ao preço da opção é o mesmo, Hull (2012) explica que a fonte de incerteza pode ser eliminada por recurso à arbitragem. Black e Scholes (1973) e Hull (2012) demonstram que, neste contexto, é possível criar uma carteira coberta formada pelo ativo subjacente e pela opção. Adicionalmente, Black e Scholes (1973) argumentam que, se a cobertura for mantida continuamente, o risco da carteira é nulo e o seu retorno é certo e igual à taxa de juro isenta de risco de curto prazo, conforme sugerido por Merton (1973a), sendo que, para que assim aconteça, Black e Scholes (1973) e Hull (2012) defendem que, à medida que o preço do ativo subjacente e o tempo se alteram, o rácio de cobertura também se altera e, por isso, é necessário ajustar continuamente a proporção dos ativos que compõem a carteira. Com base nesta fundamentação, é obtida a equação diferencial que, de acordo com Black e Scholes (1973), se aplica tanto às opções de compra como às opções de venda. Hull (2012) assinala que a equação diferencial pode ter várias soluções, consoante a natureza do derivado que incide sobre o ativo subjacente, sendo que a solução obtida quando esta equação diferencial é resolvida depende das condições de fronteira utilizadas.

Sabendo que, na data de maturidade, o valor de uma opção de compra corresponde ao máximo entre zero e a diferença entre o preço do ativo subjacente e o preço de exercício da opção, Black e Scholes (1973) afirmam que existe apenas uma solução que permite resolver a equação diferencial, sujeita a esta condição de fronteira terminal, e, portanto, essa solução é a fórmula de avaliação de opções de compra. Por outro lado, dado que, na data de maturidade, o valor de uma opção de venda corresponde ao máximo entre zero e a diferença entre o preço de exercício da opção e o preço do ativo subjacente, Black e Scholes (1973) referem que existe apenas uma solução que permite resolver a equação diferencial, sujeita a esta condição de fronteira terminal, logo essa solução é a fórmula de avaliação de opções de venda. Estes autores sublinham que as fórmulas de avaliação obtidas são derivadas no pressuposto de que as opções apenas podem ser exercidas na data de maturidade, uma vez que as condições de fronteira utilizadas são o valor das opções de compra e de venda na data de maturidade, pelo que o modelo de Black-Scholes apenas se aplica às opções europeias:

$$\text{Opção de Compra: } c = S_0 N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)$$

$$\text{Opção de Venda: } p = K e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad , \quad d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}.$$

$N(d)$  corresponde à função de distribuição de probabilidade acumulada da distribuição normal padronizada, com média zero e desvio padrão unitário. Viana (1998) sugere que a popularidade do modelo de Black-Scholes se deve ao facto de este resultar numa fórmula final simples, que relaciona o valor de uma opção com o preço corrente do ativo subjacente, o preço de exercício da opção, o tempo até à maturidade da opção, a taxa de juro isenta de risco e a volatilidade do preço do ativo subjacente, sendo que todas estas variáveis são diretamente observáveis ou estimáveis.

De salientar o importante contributo de Merton (1973a) que, por um lado, demonstra que a lógica inerente ao modelo desenvolvido por Black e Scholes (1973) se mantém válida sob pressupostos menos restritos do que os indicados pelos autores e, por outro, ajusta a formulação da equação diferencial e do modelo de Black-Scholes, no sentido de admitir a possibilidade de o ativo subjacente distribuir dividendos contínuos, com

*dividend yield* constante, sendo esta a razão pela qual este modelo também é conhecido por modelo de Black-Scholes-Merton. Assim, Merton (1973a) apresenta a solução que permite resolver a equação diferencial, que considera a existência de dividendos, sujeita a cada uma das condições de fronteira terminais indicadas por Black e Scholes (1973) sendo, deste modo, obtidas as fórmulas de avaliação das opções de compra e de venda europeias sobre um ativo subjacente que distribui dividendos contínuos:

$$\text{Opção de Compra: } c = S_0 e^{-yT} N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)$$

$$\text{Opção de Venda: } p = K e^{-rT} N(-d_2) - S_0 e^{-yT} N(-d_1)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - y + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - y - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}.$$

Hull (2012) clarifica que a correção em  $d_1$  e  $d_2$  resulta de:  $\ln\left(\frac{S_0 e^{-yT}}{K}\right) = \ln\left(\frac{S_0}{K}\right) - yT$ .

Dubofsky (1992) e Hull (2012) assinalam que estas fórmulas, originalmente derivadas por Merton (1973a), podem ser obtidas a partir das fórmulas de avaliação de opções do modelo de Black-Scholes, sendo apenas necessário reduzir o preço corrente do ativo subjacente pelo *dividend yield*. Se em vez de dividendos contínuos, o ativo subjacente distribuir dividendos discretos, com montante e data de pagamento conhecidos, Dubofsky (1992) e Hull (2012) indicam que o procedimento a adotar é o mesmo, sendo, neste caso, necessário reduzir o preço corrente do ativo subjacente pelo valor atual dos dividendos pagos pelo ativo subjacente durante a vida da opção, utilizando a taxa de juro isenta de risco para efetuar a atualização, conforme avançado por Black (1975).

Black e Scholes (1973), Merton (1973a), Dubofsky (1992) e Hull (2012) constataam que, neste modelo de avaliação de opções, o valor de uma opção não depende do perfil de risco dos investidores e, conseqüentemente, Hull (2012) evidencia que pode ser assumido qualquer pressuposto relativamente ao perfil de risco dos investidores, em particular o pressuposto de que todos os investidores são neutrais ao risco, o que conduz a um resultado conhecido como avaliação neutral ao risco. Importa sublinhar que a primeira abordagem sobre a avaliação neutral ao risco de opções é desenvolvida por Cox e Ross (1976) e Merton (1976), muito embora esta hipótese esteja implicitamente presente nos modelos de Black e Scholes (1973) e Merton (1973a).

### 3.4.2 OPÇÕES AMERICANAS

O modelo binomial de Cox, Ross e Rubinstein (1979) é um modelo de avaliação de opções em tempo discreto, que constitui um marco no âmbito da avaliação de opções americanas, sendo também de referir, neste contexto, a monografia de Cox e Rubinstein (1985) e alguns modelos alternativos apresentados no anexo 3.

Sob o conjunto de pressupostos definidos na derivação do modelo binomial e admitindo que o ativo subjacente não distribui dividendos e que falta apenas um período para a data de maturidade da opção, Cox, Ross e Rubinstein (1979) e Hull (2012) demonstram que é possível criar uma carteira coberta e, com base no argumento de ausência de oportunidades de arbitragem isentas de risco, obter o valor das opções de compra e de venda americanas. Quando o número de períodos é superior a um, os referidos autores defendem que o rácio de cobertura se altera de período para período e, portanto, para que a cobertura seja mantida ao longo do tempo, é necessário ajustar no início de cada período a proporção dos ativos que compõem a carteira.

Cox, Ross e Rubinstein (1979), Dubofsky (1992) e Hull (2012) referem que, no modelo binomial, o preço do ativo subjacente é projetado ao longo de uma árvore binomial com  $n$  períodos e, posteriormente, o valor da opção é obtido através de um procedimento recursivo, que consiste em iniciar o processo de avaliação da opção na data de maturidade e depois recuar, sucessivamente, até ao momento presente. Dado que uma opção americana oferece a possibilidade de exercício antecipado, é necessário verificar, em cada nó da árvore binomial, se é preferível que a opção seja mantida em carteira ou exercida antecipadamente, pelo que o valor de uma opção americana, em cada nó da árvore binomial anterior à data de maturidade, corresponde ao máximo entre o valor de continuação e o valor intrínseco. De notar que o modelo binomial também pode ser utilizado para avaliar opções europeias, mas como neste caso não existe a possibilidade de exercício antecipado, o valor de uma opção europeia, em cada nó da árvore binomial anterior à data de maturidade, é igual ao valor de continuação.

Hull (2012) assinala que o tempo até à maturidade da opção é dividido em  $n$  períodos com duração  $\Delta t$ , sendo que o nó  $j$  relativo ao momento de tempo  $i\Delta t$  é definido por nó  $(i,j)$ , em que  $0 \leq i \leq n$  e  $0 \leq j \leq i$ , e explica que, se o preço do ativo subjacente

referente ao nó  $(i,j)$  for  $u^j d^{n-j} S_0$ , o valor das opções de compra e de venda americanas, na data de maturidade, em que  $j = 0, 1, \dots, n$ , é fornecido pelas seguintes expressões:

$$\text{Opção de Compra: } C_{n,j} = \max[0, u^j d^{n-j} S_0 - K].$$

$$\text{Opção de Venda: } P_{n,j} = \max[0, K - u^j d^{n-j} S_0].$$

Hull (2012) destaca que pode ocorrer um movimento de subida do nó  $(i,j)$  em  $i\Delta t$  para o nó  $(i+1,j+1)$  em  $(i+1)\Delta t$ , com uma probabilidade neutral ao risco de subida igual a  $q$ , e pode ocorrer um movimento de descida do nó  $(i,j)$  em  $i\Delta t$  para o nó  $(i+1,j)$  em  $(i+1)\Delta t$ , com uma probabilidade neutral ao risco de descida igual a  $1-q$ , pelo que, tendo em conta que uma opção americana oferece a possibilidade de exercício antecipado, o valor das opções de compra e de venda americanas, em qualquer momento anterior à data de maturidade, em que  $0 \leq i \leq n - 1$  e  $0 \leq j \leq i$ , é fornecido pelas seguintes expressões:

$$\text{Opção de Compra: } C_{i,j} = \max\{[qC_{i+1,j+1} + (1-q)C_{i+1,j}]e^{-r\Delta t}, u^j d^{i-j} S_0 - K\}.$$

$$\text{Opção de Venda: } P_{i,j} = \max\{[qP_{i+1,j+1} + (1-q)P_{i+1,j}]e^{-r\Delta t}, K - u^j d^{i-j} S_0\}.$$

Os valores obtidos para as opções de compra e para as opções de venda a partir do modelo binomial são cada vez mais precisos há medida que se aumenta o número de períodos em que se fraciona o tempo até à maturidade da opção, sendo que Hull (2012) sugere que, na prática, um número de períodos igual a 30 fornece resultados razoáveis. Cox, Ross e Rubinstein (1979) salientam que há medida que  $n$  tende para infinito, ou seja, há medida que  $\Delta t$  tende para zero, é necessário ajustar a taxa de juro isenta de risco e os parâmetros dependentes de  $\Delta t$ , concretamente os coeficientes de subida e de descida do preço do ativo subjacente. Estes autores demonstram que, no limite, o modelo binomial converge para o modelo de Black e Scholes (1973), que é um modelo de avaliação de opções em tempo contínuo, sendo necessário definir os referidos parâmetros de modo a que a distribuição binomial multiplicativa tenda para a distribuição log-normal. Neste sentido, deve ser utilizada a taxa de juro isenta de risco continuamente composta e os coeficientes de subida e de descida do preço do ativo subjacente são determinados a partir da volatilidade do preço do ativo subjacente, sendo imposta a condição  $d = 1/u$  por Cox, Ross e Rubinstein (1979), o que garante, tal como constatado por Dubofsky (1992), que, se os coeficientes de subida e de descida do

preço do ativo subjacente forem constantes ao longo do tempo, a árvore binomial é recombinante, ou seja, um movimento de subida seguido por um movimento de descida e um movimento de descida seguido por um movimento de subida conduzem ao mesmo preço do ativo subjacente. Com uma sólida fundamentação, Cox, Ross e Rubinstein (1979) e Hull (2012) indicam que os parâmetros que definem a árvore binomial são:

$$q = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}, \quad u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}, \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}.$$

Se o ativo subjacente distribuir dividendos contínuos, com *dividend yield* constante, Hull e White (1988) e Hull (2012) evidenciam que apenas é necessário ajustar o cálculo da probabilidade neutral ao risco:

$$q = \frac{e^{(r-y)\Delta t} - d}{u - d}.$$

No entanto, se o ativo subjacente distribuir dividendos discretos, com *dividend yield* ou montante e data de pagamento conhecidos, Hull e White (1988), Dubofsky (1992) e Hull (2012) defendem que o cálculo dos parâmetros anteriores não sofre nenhuma alteração fundamental e o ajustamento é feito ao nível do preço do ativo subjacente, sendo de mencionar que a hipótese de o ativo subjacente distribuir um *dividend yield* constante em cada data de pagamento dos dividendos é originalmente analisada por Cox, Ross e Rubinstein (1979).

Cox, Ross e Rubinstein (1979), Dubofsky (1992) e Hull (2012) constatam que, neste modelo de avaliação de opções, o valor de uma opção não depende do perfil de risco dos investidores e, conseqüentemente, Cox, Ross e Rubinstein (1979) e Hull (2012) evidenciam que pode ser assumido qualquer pressuposto relativamente ao perfil de risco dos investidores, em particular o pressuposto de que todos os investidores são neutrais ao risco, o que, segundo Hull (2012), conduz a um resultado conhecido como avaliação neutral ao risco, que estipula que, quando se assume um ambiente neutral ao risco, se obtém o valor de uma opção para qualquer ambiente.

## 4. DADOS

Para implementar a metodologia apresentada é necessário delimitar a amostra analisada, apresentar os pressupostos relativos a cada uma das variáveis e, ainda, indicar as fontes e os *softwares* utilizados, sendo, antes de mais, feito o enquadramento do mercado de Londres no contexto mundial e europeu, com vista a justificar a escolha deste mercado.

### 4.1 MERCADOS

Tendo em conta que o presente trabalho pretende analisar se existe ou não consistência entre os mercados da *London International Financial Futures and Options Exchange* (LIFFE) e da *London Stock Exchange* (LSE), importa apresentar sucintamente cada um dos mercados e evidenciar a sua importância no panorama das bolsas mundiais e, em particular, das bolsas europeias.

A *London International Financial Futures Exchange* surge em 1982, sendo de destacar quer a sua fusão com a *London Traded Options Market*, em 1992, data em que altera a designação para *London International Financial Futures and Options Exchange*, quer a sua fusão com a *London Commodity Exchange*, em 1996, já que estes acontecimentos contribuíram para aumentar a diversidade de contratos disponibilizados. Em janeiro de 2002, a *London International Financial Futures and Options Exchange* é adquirida pela *Euronext*, formando a *Euronext.Liffe* que junta cinco importantes mercados europeus de derivados, os mercados de Amsterdão, Bruxelas, Lisboa, Londres e Paris. Com a fusão entre a *New York Stock Exchange* e a *Euronext*, em abril de 2007, é formado o grupo transatlântico *NYSE Euronext*, sendo que a *NYSE Liffe* é responsável pelo negócio de derivados. De acordo com informação obtida em WFE (2013) e FESE (2013), a *London International Financial Futures and Options Exchange* integra uma das dez maiores bolsas mundiais de derivados, em termos do número de contratos de opções sobre índices e sobre ações transacionados no ano de 2012, e integra a segunda maior bolsa europeia de derivados, em termos do volume de negócios e do número de contratos de opções sobre índices e sobre ações transacionados no ano de 2012 (ver anexos 4 e 5).

A *London Stock Exchange* surge em 1801, sendo que, dos vários acontecimentos que marcam a história deste mercado, importa destacar quer a sua desregulamentação, em 1986, tradicionalmente conhecida por *Big Bang*, quer a sua fusão com a *Borsa Italiana*,

em 2007, após a qual é formado o *London Stock Exchange Group*. Segundo informação obtida em WFE (2013) e FESE (2013), a *London Stock Exchange* integra a quarta maior bolsa mundial, em termos de capitalização bolsista no final do ano de 2012, integra a sexta maior bolsa mundial, em termos de volume de negócios no ano de 2012, e integra a maior bolsa europeia, no que respeita a ambos os indicadores (ver anexos 6 e 7).

## 4.2 AMOSTRA

A escolha do mercado de Londres foi motivada pelo facto de este ser um mercado muito líquido e bastante desenvolvido, pois na *London International Financial Futures and Options Exchange* são transacionados derivados sobre uma grande variedade de ativos subjacentes, tais como índices, ações, obrigações, taxas de juro de curto prazo, moedas e mercadorias, muitos dos quais são transacionados na *London Stock Exchange*. O presente trabalho está centrado nas opções sobre os ativos subjacentes pertencentes ao mercado acionista, pelo que é efetuada a análise da consistência entre os mercados da *London International Financial Futures and Options Exchange* e da *London Stock Exchange* para o índice de referência do mercado inglês, FTSE100, e para todas as ações constituintes do referido índice sobre as quais existem opções, de modo a obter uma amostra representativa de todo o mercado.

De referir que o FTSE100 é um índice acionista ponderado pela capitalização bolsista das cem maiores empresas cotadas na *London Stock Exchange*, sendo previamente verificado se as ações dessas empresas possuem liquidez, e tem um valor de base de 1.000 pontos de índice, no dia 30 de dezembro de 1983. Tendo em conta que o índice é revisto trimestralmente, com possível alteração dos seus constituintes, a data fixada como relevante é o dia 31 de dezembro de 2012, em que, de acordo com informação obtida em FTSE (2013), as ações constituintes do FTSE100 são as que constam do anexo 8, sendo que a HSBC Holdings, com uma ponderação no índice de 7,97%, é a que tem maior representatividade.

A análise da consistência entre os mercados da *London International Financial Futures and Options Exchange* e da *London Stock Exchange* é efetuada para o período relativo ao ano de 2012 e, portanto, são analisadas todas as séries de opções com data de maturidade no referido ano. Importa evidenciar que, nos contratos de opções, uma série

é caracterizada por quatro elementos principais, que são a natureza da opção, o ativo subjacente, o preço de exercício e a data de maturidade.

Tendo presente os referidos critérios de seleção da amostra, são excluídas da análise as ações da classe A da Royal Dutch Shell, pois apresentam a sua cotação primária no mercado de Amsterdão e não no mercado de Londres, bem como as ações da Aberdeen Asset Management, Admiral Group, Aggreko, Amec, Babcock International Group, Bunzl, Capita, Capital Shopping Centres Group, Croda International, Evraz, Fresnillo, G4S, GKN, Hammerson, Hargreaves Lansdown, IMI, Intertek Group, Johnson Matthey, Meggitt, Melrose Industries, Polymetal International, Resolution, Rexam, Schrodgers, Serco Group, Smiths Group, TUI Travel, Weir Group e Wood Group, já que sobre estas ações não existem opções com data de maturidade no ano de 2012. Adicionalmente, são excluídas da análise as ações do Royal Bank of Scotland Group, pois, nas opções sobre estas ações com data de maturidade entre janeiro e maio de 2012, o preço corrente do ativo subjacente é sempre superior ao preço de exercício, o que não está de acordo com a notícia n.º 2835, divulgada para o mercado de Londres em NYSE Euronext (2013c).

O contrato de opções sobre o FTSE100 (n.º 129E) e o contrato de opções sobre as ações constituintes do FTSE100 (n.º 201), disponíveis em NYSE Euronext (2013a, 2013b), apresentam as cláusulas contratuais e os procedimentos administrativos que regem as transações de opções sobre os referidos ativos subjacentes, sendo essencial destacar a cláusula 5.01, de ambos os contratos, que define que as opções sobre o FTSE100 são opções europeias, já que o exercício só pode ocorrer na data de maturidade, e as opções sobre as ações constituintes do FTSE100 são opções americanas, uma vez que o exercício pode ocorrer em qualquer momento até à data de maturidade. Outra importante diferença entre estes contratos de opções está relacionada com a forma de liquidação, pois as opções sobre o FTSE100 possuem uma liquidação financeira e as opções sobre as ações constituintes do FTSE100 possuem uma liquidação física, embora este facto não seja relevante para a análise desenvolvida.

### **4.3 VARIÁVEIS**

No âmbito da aplicação das condições de não arbitragem, é necessário conhecer o preço da opção, o preço corrente do ativo subjacente, o preço de exercício da opção, o tempo

até à maturidade da opção, a taxa de juro isenta de risco e o *dividend yield* ou os dividendos discretos pagos pelo ativo subjacente durante a vida da opção, logo são apresentados os pressupostos necessários à definição operacional destas variáveis.

O preço da opção corresponde ao preço de liquidação da opção na data em análise. Logo, são recolhidos os preços de liquidação diários das opções sobre o FTSE100 e das opções sobre as ações constituintes do FTSE100, fornecidos pela *London International Financial Futures and Options Exchange*, para todo o período de vida das opções sobre os referidos ativos subjacentes com data de maturidade no ano de 2012. Para obter informações sobre o modo como a *London International Financial Futures and Options Exchange* determina o preço de liquidação da opção devem ser consultadas as notícias n.º 2139, n.º 2336, n.º 2745 e n.º 3621, divulgadas para o mercado de Londres em NYSE Euronext (2013c). Os contratos de opções n.º 129E e n.º 201, disponíveis em NYSE Euronext (2013a, 2013b), esclarecem que as opções sobre o FTSE100 estão cotadas em pontos de índice, com cada ponto de índice a valer 10 libras, e as opções sobre as ações constituintes do FTSE100 estão cotadas em centavos de libra por ação, sendo que cada opção incide sobre um lote de 1.000 ações, conforme informação obtida a partir do terminal de Datastream (2013) da Faculdade de Economia do Porto.

O preço corrente do ativo subjacente corresponde ao preço de fecho do ativo subjacente na data em análise. Deste modo, são recolhidos os preços de fecho diários do FTSE100 e das ações constituintes do FTSE100, fornecidos pela *London Stock Exchange*, desde 01 de janeiro de 2009 até 31 de dezembro de 2012, sendo, no entanto, de destacar que a amostra temporal relevante não é igual para todos os ativos subjacentes, já que a data de início relevante é dada pela data de início da negociação de opções sobre os referidos ativos subjacentes com data de maturidade no ano de 2012. A informação obtida a partir do terminal de Datastream (2013) da Faculdade de Economia do Porto esclarece que o FTSE100 está cotado em pontos de índice, com cada ponto de índice a valer 10 libras, e as ações constituintes do FTSE100 estão cotadas em centavos de libra, o que está de acordo com a cláusula 3.01 dos contratos de opções n.º 129E e n.º 201, disponíveis em NYSE Euronext (2013a, 2013b).

O preço de exercício da opção corresponde a um preço fixo ao qual a opção pode ser exercida. Para que seja possível analisar os resultados em função do grau de *moneyness*

das opções, são recolhidos todos os preços de exercício disponíveis relativamente às opções sobre o FTSE100 e às opções sobre as ações constituintes do FTSE100 com data de maturidade no ano de 2012. A comparação entre o preço corrente do ativo subjacente e o preço de exercício da opção fornece três situações distintas no que diz respeito ao grau de *moneyness*: (i) a opção está *in the money* quando o preço corrente do ativo subjacente é superior ao preço de exercício, no caso das opções de compra, ou quando o preço corrente do ativo subjacente é inferior ao preço de exercício, no caso das opções de venda; (ii) a opção está *at the money* quando o preço corrente do ativo subjacente é igual ao preço de exercício, quer para opções de compra, quer para opções de venda; e, (iii) a opção está *out of the money* quando o preço corrente do ativo subjacente é inferior ao preço de exercício, no caso das opções de compra, ou quando o preço corrente do ativo subjacente é superior ao preço de exercício, no caso das opções de venda. Sobre este aspeto, devem ser consultadas as notícias n.º 3260 e n.º 2835, divulgadas para o mercado de Londres em NYSE Euronext (2013c), que definem, para as opções sobre o FTSE100 e para as opções sobre as ações constituintes do FTSE100, respetivamente, que a opção *at the money* é aquela cujo preço de exercício está mais próximo do preço corrente do ativo subjacente, não existindo opção *at the money* se o preço corrente do ativo subjacente se encontrar exatamente a meio de dois preços de exercício.

O tempo até à maturidade da opção corresponde ao período entre a data em análise e a data de maturidade da opção, expresso em anos. Neste contexto, são recolhidas as datas de maturidade referentes ao ano de 2012 para as opções sobre o FTSE100 e para as opções sobre as ações constituintes do FTSE100. Segundo comunicado nos contratos de opções n.º 129E e n.º 201, disponíveis em NYSE Euronext (2013a, 2013b), a data de maturidade da opção é fornecida pelo último dia de negociação respeitante a um determinado mês, que coincide com a terceira sexta feira desse mês ou, caso não seja dia útil, com o dia útil anterior à terceira sexta feira desse mês, pelo que as datas de maturidade possíveis no ano de 2012 são 20 de janeiro, 17 de fevereiro, 16 de março, 20 de abril, 18 de maio, 15 de junho, 20 de julho, 17 de agosto, 21 de setembro, 19 de outubro, 16 de novembro e 21 de dezembro. Hull (2012) afirma que para o cálculo do tempo até à maturidade da opção deve ser considerado o número de dias de transação por ano, garantindo a coerência com o procedimento adotado para o cálculo da volatilidade do preço do ativo subjacente. Neste trabalho é efetuada a contagem dos dias

de transação por ano no mercado de Londres relativamente aos anos de 2009, 2010, 2011 e 2012, após consultar as notícias n.º 3073, n.º 3203, n.º 3352, n.º 3372 e n.º 3530, bem como as respetivas disposições detalhadas, divulgadas para o mercado de Londres em NYSE Euronext (2013c, 2013d), sendo obtidos 253 dias para 2009 e 2010, 251 dias para 2011 e 252 dias para 2012, logo é assumido um número de dias de transação por ano igual a 252 dias, pois, não só corresponde ao valor médio dos quatro anos como é o valor geralmente utilizado de acordo com Hull (2012).

A taxa de juro isenta de risco corresponde à taxa paga pelo devedor ao credor na situação em que não existe risco de crédito. Hull (2012) afirma que as taxas de juro implícitas nos Bilhetes do Tesouro e nas Obrigações do Tesouro são taxas de juro isentas de risco, pois é geralmente aceite que não existe risco de incumprimento por parte de um Governo face a uma obrigação denominada na sua própria moeda, pelo que, dado que cerca de 90% das opções analisadas neste trabalho têm um período de vida inferior a um ano, a *proxy* utilizada para a taxa de juro anual isenta de risco é a *yield* média dos Bilhetes do Tesouro do Reino Unido. O United Kingdom Debt Management Office (2013) é o responsável pela emissão dos Bilhetes do Tesouro do Reino Unido e informa que estes são títulos de dívida pública de cupão zero emitidos semanalmente com maturidades de um mês, três meses, seis meses e doze meses, apesar de até à presente data não terem sido, ainda, realizadas propostas para doze meses. Logo, se a opção em análise tiver um período de vida inferior a um mês é utilizada a *yield* média dos Bilhetes do Tesouro do Reino Unido com maturidade de um mês, se a opção em análise tiver um período de vida superior a um mês e inferior a três meses é utilizada a *yield* média dos Bilhetes do Tesouro do Reino Unido com maturidade de três meses e se a opção em análise tiver um período de vida superior a três meses é utilizada a *yield* média dos Bilhetes do Tesouro do Reino Unido com maturidade de seis meses. Merton (1973a) evidencia que a data de vencimento dos títulos de dívida de cupão zero, isentos de risco de crédito, deve coincidir com a data de maturidade da opção e, por isso, neste trabalho é selecionada a *yield* média dos Bilhetes do Tesouro do Reino Unido com a maturidade adequada em função dos critérios definidos e com a data de resgate mais próxima da data de maturidade da opção. Deste modo, são recolhidos os valores da *yield* média dos Bilhetes do Tesouro do Reino Unido a um mês e a três meses com data de resgate no ano de 2012 e os valores da *yield* média dos Bilhetes do Tesouro do Reino

Unido a seis meses com data de resgate nos anos de 2010, 2011 e 2012, sendo que a necessidade de recolher informação relativa aos anos de 2010 e 2011 se deve ao facto de serem analisadas opções com um período de vida superior a seis meses. A *yield* média é, posteriormente, convertida numa taxa de juro continuamente composta através da expressão apresentada em Hull (2012):  $r_c = m \ln(1 + r_m/m)$ , em que  $r_c$  é a taxa de juro continuamente composta e  $r_m$  é a taxa de juro composta  $m$  vezes por ano.

O *dividend yield* e os dividendos discretos pagos pelo ativo subjacente durante a vida da opção representam os rendimentos distribuídos pelo ativo subjacente, sendo de referir que a natureza destes rendimentos é diferente, pois no primeiro caso são dividendos contínuos e no segundo caso são dividendos discretos. Neste trabalho é assumido que o ativo subjacente distribui dividendos contínuos e, conseqüentemente, as condições de não arbitragem, os modelos de avaliação de opções e, ainda, o cálculo da volatilidade do preço do ativo subjacente devem ser ajustados de modo a considerar a existência do *dividend yield*, pois as opções não se encontram protegidas face à distribuição de dividendos, conforme se depreende das cláusulas 17.01 e 17.02 do contrato de opções n.º 201, disponível em NYSE Euronext (2013b). Assim, são recolhidos os valores diários do *dividend yield* para o FTSE100 e para as ações constituintes do FTSE100, desde 01 de janeiro de 2009 até 31 de dezembro de 2012, sendo, no entanto, de destacar que a amostra temporal relevante não é igual para todos os ativos subjacentes, já que a data de início relevante é dada pela data de início da negociação de opções sobre os referidos ativos subjacentes com data de maturidade no ano de 2012, à semelhança do procedimento adotado para o preço corrente do ativo subjacente. A informação obtida a partir do terminal de Datastream (2013) da Faculdade de Economia do Porto clarifica, por um lado, que o *dividend yield* para o FTSE100 equivale ao montante total dos dividendos referentes às ações constituintes do FTSE100 expresso como percentagem da capitalização bolsista das respetivas empresas na data em análise e, por outro, que o *dividend yield* para as ações constituintes do FTSE100 equivale ao dividendo por ação expresso como percentagem do preço da ação na data em análise.

No âmbito da aplicação dos modelos de avaliação de opções, é necessário conhecer, para além das variáveis já apresentadas, a volatilidade do preço do ativo subjacente e o número de períodos em que se fraciona o tempo até à maturidade da opção, sendo de

mencionar que esta última variável apenas é utilizada no modelo binomial de Cox, Ross e Rubinstein (1979).

A volatilidade do preço do ativo subjacente corresponde ao desvio padrão anualizado da taxa de retorno continuamente composta do ativo subjacente. Hull (2012) destaca que a volatilidade do preço do ativo subjacente é uma medida da incerteza acerca do retorno proporcionado pelo ativo subjacente que não é diretamente observável e, por isso, tem de ser estimada, sendo que Armada e Santos (1998) salientam a importância que esta tarefa assume na avaliação de uma opção. De notar que Gemmill (1986) e Armada e Santos (1998) analisam o mercado de Londres no sentido de apurar, entre a volatilidade histórica e a volatilidade implícita, qual é a melhor estimativa da volatilidade futura, não apresentando resultados claramente conclusivos. Pelo exposto e uma vez que os dados recolhidos o permitem, neste trabalho é calculada a volatilidade futura na data em análise, com as  $n+1$  observações referentes aos  $n$  períodos com duração  $\Delta t$  que restam até à data de maturidade da opção, através das expressões apresentadas em Hull (2012) e ajustadas em Armada e Santos (1998) para considerar a existência do *dividend yield*:

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2} \quad , \quad h_i = \ln\left(\frac{S_i e^{-yT}}{S_{i-1} e^{-yT}}\right).$$

Relativamente às expressões anteriores, importa referir que  $i = 1, \dots, n$ ,  $S_i$  e  $S_{i-1}$  são os preços de fecho do ativo subjacente no momento de tempo  $i\Delta t$  e no momento de tempo  $(i-1)\Delta t$ , respetivamente,  $y$  é o *dividend yield*,  $T$  é o tempo até à maturidade da opção,  $h_i$  é a taxa de retorno continuamente composta do ativo subjacente no momento de tempo  $i\Delta t$ ,  $\bar{h}$  é a média aritmética de  $h_i$  e  $\sigma$  é a volatilidade do preço do ativo subjacente medida pelo desvio padrão da taxa de retorno continuamente composta do ativo subjacente. Para garantir que existe coerência com o número de períodos em que se fraciona o tempo até à maturidade da opção, no âmbito da aplicação do modelo binomial, e uma vez que os dados recolhidos têm periodicidade diária, neste trabalho é assumido que a duração de cada período é igual a um dia e, portanto, das expressões anteriores resulta uma volatilidade diária que é necessário anualizar e que, por isso, tem de ser multiplicada pela raiz quadrada do número de dias de transação por ano ou do número de dias de calendário por ano. Fama (1965), French (1980) e Hull (2012) sublinham que a volatilidade é consideravelmente superior em dias de transação face aos restantes dias,

o que justifica que para o cálculo da volatilidade do preço do ativo subjacente seja considerado o número de dias de transação por ano. Armada e Santos (1998) defendem que não é adequado utilizar menos de vinte observações para o cálculo da volatilidade do preço do ativo subjacente, no entanto, Viana (1998) menciona que a eliminação de opções muito perto da data de maturidade pode levar à perda de informação relevante, logo neste trabalho são excluídos da análise os preços das opções em que o tempo até à maturidade da opção é inferior a cinco dias de transação, o que permite utilizar sempre pelo menos seis observações para o cálculo da volatilidade do preço do ativo subjacente, sendo esta decisão suportada pelo facto de Cavallo e Mammola (2000) também eliminarem as opções em que o tempo até à maturidade da opção é inferior a sete dias de calendário.

O número de períodos corresponde ao fracionamento do tempo até à maturidade da opção em  $n$  períodos com duração  $\Delta t$ . Tendo em conta que Broadie e Detemple (1996) defendem que a precisão do modelo binomial aumenta à medida que o número de períodos aumenta, neste trabalho é assumido que a duração de cada período é igual a um dia, expresso em anos, e, como tal, o número de períodos fixado depende da data em análise e da data de maturidade da opção. Para garantir que existe coerência com o procedimento adotado para o tempo até à maturidade da opção, apenas se considera o número de dias de transação.

#### **4.4 FONTES E SOFTWARES**

Os dados referentes ao preço corrente do ativo subjacente, ao preço de exercício da opção, ao tempo até à maturidade da opção, ao *dividend yield* e ao preço da opção são obtidos através do terminal de Datastream (2013) da Faculdade de Economia do Porto, sendo de mencionar que o Datastream Advance é uma marca registada pela Thomson Financial. Os dados relativos à taxa de juro isenta de risco são obtidos através do United Kingdom Debt Management Office (2013).

Os *softwares* utilizados no âmbito do tratamento dos dados recolhidos são o MATLAB<sup>®</sup> desenvolvido pela MathWorks, para implementar a metodologia de análise apresentada, e o Excel<sup>®</sup> desenvolvido pela Microsoft, para visualizar os resultados.

## 5. RESULTADOS

No âmbito do presente trabalho apenas são realizados testes *ex post*, uma vez que, atualmente, com a existência de plataformas eletrônicas onde a informação sobre o mercado é obtida em tempo real e as transações são executadas de forma imediata, não se considera a existência de defasamentos na execução da transação como um fator crítico da análise da consistência entre os mercados da *London International Financial Futures and Options Exchange* e da *London Stock Exchange*.

Neste trabalho não são considerados os custos de transação, pois muito embora, na prática, estes variem em função do tipo de investidor, na análise da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista deve ser considerado o investidor com custos de transação negligenciáveis, o que faz sentido num mercado muito líquido e bastante desenvolvido como o de Londres. No que respeita a este assunto, Gould e Galai (1974, pp. 110) afirmam que *“The efficiency of a market is presumably determined by the set of individuals with the lowest transactions costs.”* e Galai (1978, pp. 188) acrescenta que *“Transaction costs may be introduced to help explain the observed deviations of the actual option closing prices from their calculated boundaries; but, it should be remembered, that the efficient traders are the members of the exchanges and for them transaction costs are negligible.”*.

Dada a grande quantidade de dados tratados e a diversidade de perspectivas de análise adotadas, os resultados obtidos são apresentados num número significativo de tabelas, que constam dos anexos, por não ser possível uma maior agregação da informação e, conseqüentemente, ao longo deste capítulo, a interpretação da evidência empírica obtida é efetuada de forma mais descritiva.

### 5.1 CONDIÇÃO DE FRONTEIRA INFERIOR

Os testes baseados na condição de fronteira inferior, desenvolvidos neste trabalho, incidem sobre uma amostra de 96.684 e 96.685 observações para as opções de compra e opções de venda europeias sobre o FTSE100, respetivamente, e sobre uma amostra de 795.542 e 795.550 observações para as opções de compra e opções de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, respetivamente. As tabelas com os resultados obtidos para estes testes constam dos anexos 9 a 16 e 33.

### 5.1.1 OPÇÕES SOBRE O FTSE100

Os resultados obtidos indicam que os desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra e opções de venda europeias sobre o FTSE100 ocorrem em 4,92% e 12,79% das observações, respetivamente, pelo que se pode concluir que são registados mais desvios do preço das opções de venda do que do preço das opções de compra. Deste modo, as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge* ocorrem mais vezes do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge*, o que está em linha com os resultados obtidos por Brunetti e Torricelli (2005) para o mercado italiano, mas difere dos resultados obtidos por Chesney, Gibson e Loubergé (1995) para o mercado suíço, por Mittnik e Rieken (2000a) para o mercado alemão e, ainda, por Capelle-Blancard e Chaudhury (2001) para o mercado francês. De realçar que o desvio médio do preço das opções de compra é de 163,04£ por contrato e o desvio médio do preço das opções de venda é de 278,12£ por contrato, embora o desvio padrão dos desvios verificados no preço das opções de compra, com 308,81£ por contrato, seja superior ao desvio padrão dos desvios verificados no preço das opções de venda, com 288,57£ por contrato. Finalmente, importa referir que o desvio máximo, em ambos os casos, é superior a 2.000,00£ por contrato.

Na análise dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra europeias sobre o FTSE100, em função do mês de maturidade, é de salientar, que o maior número de desvios ocorre para os meses de março e junho, cerca de 1.100 desvios em cada, o que significa que, em conjunto, são responsáveis por 46,34% do total dos desvios e que a maior percentagem de desvios no total das observações por mês de maturidade remete para o mês de agosto, com 14,95%. Importa ainda destacar o mês de maio em que se observa um desvio médio de 644,73£ por contrato e um desvio máximo de 2.792,87£ por contrato, sendo bastante superiores aos verificados nos restantes meses. Na análise dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de venda europeias sobre o FTSE100, em função do mês de maturidade, é de sublinhar que o maior número de desvios ocorre para os meses de março, junho, setembro e dezembro, que, em conjunto, explicam 75,52% do total dos desvios e que a maior percentagem de desvios no total das observações por mês de maturidade remete

para o mês de julho, com 25,64%. Os meses que apresentam o maior número de desvios são aqueles que revelam os maiores desvios médios, entre 310,00£ e 350,00£ por contrato, e os maiores desvios máximos, entre 1.600,00£ e 2.300,00£ por contrato.

Relativamente à análise dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra e opções de venda europeias sobre o FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção, merece referência o facto de a totalidade dos desvios identificados ocorrer nas opções *in the money*. De notar que o maior número de desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra europeias sobre o FTSE100 ocorre para as opções *in the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a três meses, sendo responsáveis por 76,89% do total dos desvios, e a maior percentagem de desvios no total das observações por grau de *moneyness* e tempo até à maturidade surge para as opções *in the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês, com 29,14%. As opções *in the money* com um tempo até à maturidade superior a um mês e inferior ou igual a três meses e as opções *in the money* com um tempo até à maturidade superior a três meses e inferior ou igual a seis meses apresentam os maiores desvios médios, com 216,87£ e 229,33£ por contrato, respetivamente, e os maiores desvios máximos, com 2.792,87£ e 2.044,32£ por contrato, respetivamente. De assinalar que o maior número de desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de venda europeias sobre o FTSE100 ocorre para as opções *in the money* com um tempo até à maturidade superior a seis meses, justificando 53,82% do total dos desvios, e a maior percentagem de desvios no total das observações por grau de *moneyness* e tempo até à maturidade surge para as opções *in the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês, com 33,40%, porém, esta não difere muito da obtida nos restantes grupos amostrais. As opções *in the money* com um tempo até à maturidade superior a seis meses revelam um desvio médio de 416,61£ por contrato e um desvio máximo de 2.211,85£ por contrato, sendo bastante superiores aos verificados nos restantes grupos amostrais.

### **5.1.2 OPÇÕES SOBRE AS AÇÕES CONSTITUINTES DO FTSE100**

De acordo com os resultados obtidos, os desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra e opções de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100 ocorrem em 1,15% e 10,71% das observações, respetivamente, pelo que se

pode concluir que são registados mais desvios do preço das opções de venda do que do preço das opções de compra. Como tal, as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge* ocorrem mais vezes do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge*, o que é coerente com os resultados obtidos no presente trabalho para as opções europeias sobre o FTSE100. De notar que o desvio médio e o desvio máximo do preço das opções de venda, com 36,92£ e 1.102,45£ por contrato, respetivamente, são superiores ao desvio médio e ao desvio máximo do preço das opções de compra, com 19,34£ e 313,80£ por contrato, respetivamente, sendo que o desvio padrão dos desvios registados no preço das opções de venda, com 64,71£ por contrato, é superior ao desvio padrão dos desvios registados no preço das opções de compra, com 43,38£ por contrato.

Sobre a análise dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do mês de maturidade, importa sublinhar que o maior número de desvios ocorre para os meses de junho e dezembro, mais de 2.000 desvios em cada, o que significa que, em conjunto, explicam 50,87% do total dos desvios e que a maior percentagem de desvios no total das observações por mês de maturidade remete para os meses de fevereiro e junho, com 1,47% e 1,46%, respetivamente. De destacar também os meses de outubro e novembro em que se observa um desvio médio de cerca de 0,60£ por contrato, por oposição ao mês de dezembro em que se observa um desvio médio de 42,45£ por contrato, sendo, no entanto, o mês de março aquele que apresenta o maior desvio máximo, com 313,80£ por contrato. Sobre a análise dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do mês de maturidade, importa salientar que o maior número de desvios ocorre para os meses de março, junho, setembro e dezembro, que, em conjunto, são responsáveis por 72,28% do total dos desvios e que a maior percentagem de desvios no total das observações por mês de maturidade remete para o mês de julho, com 22,01%. De evidenciar ainda que o mês de dezembro apresenta o maior desvio médio, com 53,44£ por contrato, e o maior desvio máximo, com 1.102,45£ por contrato.

Em relação à análise dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra e opções de venda americanas sobre as ações constituintes do

FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção, merece referência o facto de a quase totalidade dos desvios identificados ocorrer nas opções *in the money*, dado que apenas um desvio no caso das opções de compra e três desvios no caso das opções de venda surgem nas opções *at the money*. O maior número de desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra americanas sobre as ações constituintes do FTSE100 ocorre para as opções *in the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a três meses, justificando 65,22% do total dos desvios, e a maior percentagem de desvios no total das observações por grau de *moneyness* e tempo até à maturidade surge para as opções *in the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês, com 5,39%. As opções *in the money* com um tempo até à maturidade superior a um mês e inferior ou igual a três meses revelam o maior desvio médio, com 30,81£ por contrato, e as opções *in the money* com um tempo até à maturidade superior a três meses e inferior ou igual a seis meses apresentam o maior desvio máximo, com 313,80£ por contrato. O maior número de desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100 ocorre para as opções *in the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a três meses, sendo responsáveis por 73,26% do total dos desvios, e a maior percentagem de desvios no total das observações por grau de *moneyness* e tempo até à maturidade surge para as opções *in the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês, com 56,10%. As opções *in the money* com um tempo até à maturidade superior a seis meses registam o maior desvio médio, com 67,58£ por contrato, e o maior desvio máximo, com 1.102,45£ por contrato.

Uma análise dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra e opções de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do constituinte, permite concluir, relativamente às opções de compra, que o maior número de desvios ocorre nas ações da Vodafone Group e da GlaxoSmithKline, com 1.373 e 1.318 desvios, respetivamente, sendo de referir que não existem desvios nas ações de trinta e duas empresas da amostra, e que a maior percentagem de desvios no total das observações por constituinte remete para as ações da InterContinental Hotels Group, com 11,50%, e, em relação às opções de venda, que o maior número de desvios é detetado nas ações da Aviva, com 4.161 desvios, e que a maior percentagem de desvios no total das observações por constituinte surge nas ações da SSE, com

22,25%. Quanto às opções de compra, o maior desvio médio é encontrado nas ações da Carnival, com 178,27£ por contrato, sendo também observados desvios médios significativos nas ações das três empresas do setor de farmacêutica e biotecnologia que se encontram cotadas na *London Stock Exchange* e, quanto às opções de venda, o maior desvio médio é registrado nas ações da AstraZeneca, com 224,33£ por contrato, seguidas das duas empresas do setor do tabaco que estão cotadas na *London Stock Exchange*.

## **5.2 PARIDADE PUT-CALL**

Os testes baseados na paridade *put-call*, desenvolvidos neste trabalho, incidem sobre uma amostra de 96.684 observações para as opções de compra e de venda europeias sobre o FTSE100 e, ainda, sobre uma amostra de 788.710 observações para as opções de compra e de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100. As tabelas com os resultados obtidos para estes testes constam dos anexos 17 a 24 e 33.

### **5.2.1 OPÇÕES SOBRE O FTSE100**

Os resultados obtidos mostram que os desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda europeias sobre o FTSE100 são detetados em todas as observações, sendo que os casos em que o preço das opções de compra é relativamente superior ao preço das opções de venda, representando 72,68% das observações, ocorrem mais vezes do que os casos em que o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra, que correspondem a 27,32% das observações. Assim, as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge* ocorrem mais vezes do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge*, o que está em linha com os resultados obtidos por Cavallo e Mammola (2000) para o mercado italiano, mas difere dos resultados obtidos por Chesney, Gibson e Loubergé (1995) para o mercado suíço, por Mitnik e Rieken (2000b) para o mercado alemão, por Capelle-Blancard e Chaudhury (2001) e Deville (2003b) para o mercado francês e, ainda, por Cassese e Guidolin (2004) e Brunetti e Torricelli (2005) para o mercado italiano, embora, nestes dois estudos empíricos, o padrão relativo às estratégias de arbitragem seja atenuado e eliminado, respetivamente, com a inclusão dos custos de transação. O valor médio dos desvios nos casos em que o preço das opções de compra é relativamente superior ao

preço das opções de venda corresponde a 293,48£ por contrato, com um desvio padrão de 264,53£ por contrato, e o valor médio dos desvios nos casos em que o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra corresponde a 136,81£ por contrato, com um desvio padrão de 208,56£ por contrato, no entanto, o valor máximo do segundo tipo de desvios, com 3.457,87£ por contrato, é superior ao valor máximo do primeiro tipo de desvios, com 2.246,85£ por contrato.

No que respeita à análise dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda europeias sobre o FTSE100, em função do mês de maturidade, nos casos em que o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra, importa salientar que o maior número de desvios ocorre para os meses de março, junho e setembro, sendo, no seu conjunto, responsáveis por 54,03% do total dos desvios e que a maior percentagem de desvios no total das observações por mês de maturidade remete para os meses de maio e agosto, com 86,79% e 86,70%, respetivamente. O mês de maio também merece ser evidenciado por exibir um desvio médio de 290,53£ por contrato e um desvio máximo de 3.457,87£ por contrato, sendo bastante superiores aos verificados nos restantes meses. No que respeita à análise dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda europeias sobre o FTSE100, em função do mês de maturidade, nos casos em que o preço das opções de compra é relativamente superior ao preço das opções de venda, importa sublinhar que o maior número de desvios ocorre para os meses de março, junho, setembro e dezembro, sendo, no seu conjunto, responsáveis por 77,91% do total dos desvios e que a maior percentagem de desvios no total das observações por mês de maturidade remete para os meses de janeiro e dezembro, com 93,65% e 93,13%, respetivamente. Os meses que apresentam o maior número de desvios são aqueles que revelam os maiores desvios médios, entre 310,00£ e 370,00£ por contrato, e os maiores desvios máximos, entre 1.600,00£ e 2.300,00£ por contrato.

Da análise dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda europeias sobre o FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção, nos casos em que o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra, é de notar que o maior número de desvios ocorre para as opções de compra *in the money* e opções de venda *out of the*

*money* com um tempo até à maturidade superior a um mês e inferior ou igual a três meses, que respondem por 24,24% do total dos desvios, e que a maior percentagem de desvios no total das observações por grau de *moneyness* e tempo até à maturidade surge para as opções de compra *in the money* e opções de venda *out of the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês, com 51,07%. Em termos genéricos, é de referir que as opções de compra *in the money* e opções de venda *out of the money* explicam 61,64% do total dos desvios e, ainda, que registam um desvio médio de 149,56£ por contrato e um desvio máximo de 3.457,87£ por contrato, sendo muito superior aos verificados nos restantes grupos amostrais. Da análise dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda europeias sobre o FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção, nos casos em que o preço das opções de compra é relativamente superior ao preço das opções de venda, importa assinalar que o maior número de desvios ocorre para as opções de compra *in the money* e opções de venda *out of the money* com um tempo até à maturidade superior a seis meses, que respondem por 31,19% do total dos desvios, e que a maior percentagem de desvios no total das observações por grau de *moneyness* e tempo até à maturidade surge para as opções de compra *out of the money* e opções de venda *in the money* com um tempo até à maturidade superior a seis meses, com 96,47%. Em termos genéricos, as opções com um tempo até à maturidade superior a seis meses respondem por 61,77% do total dos desvios e apresentam um desvio médio de 391,22£ por contrato e um desvio máximo de 2.246,85£ por contrato, sendo bastante superiores aos verificados nos restantes grupos amostrais.

### **5.2.2 OPÇÕES SOBRE AS AÇÕES CONSTITUINTES DO FTSE100**

De acordo com os resultados obtidos, os desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100 são detetados em 46,81% das observações, sendo certo que os casos em que o preço das opções de compra é relativamente superior ao preço das opções de venda, representando 29,32% das observações, ocorrem mais vezes do que os casos em que o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra, que representam 17,49% das observações. Neste contexto, as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge* ocorrem mais vezes

do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge*, o que está em linha com os resultados obtidos por Lefoll, Ormond e Velazquez (1990) para o mercado suíço e por Nisbet (1992) para o mercado inglês, quando utilizados os dividendos efetivos, mas difere dos resultados obtidos por este último autor, quando utilizadas estimativas para os dividendos. Embora os casos em que o preço das opções de compra é relativamente superior ao preço das opções de venda sejam mais frequentes, os valores médio e máximo destes desvios, de 12,38£ e 1.510,41£ por contrato, respetivamente, com um desvio padrão de 40,65£ por contrato, são inferiores aos valores médio e máximo dos desvios nos casos em que o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra, de 62,86£ e 2.739,41£ por contrato, respetivamente, com um desvio padrão de 104,09£ por contrato.

Quanto à análise dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do mês de maturidade, nos casos em que o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra, é de sublinhar que o maior número de desvios ocorre para os meses de março, junho, setembro e dezembro, sendo, no seu conjunto, responsáveis por 77,35% do total dos desvios e que a maior percentagem de desvios no total das observações por mês de maturidade remete para o mês de maio, com 36,24%. Importa destacar, adicionalmente, que o mês de fevereiro apresenta um desvio médio de 152,09£ por contrato e que o mês de junho revela um desvio máximo de 2.739,41£ por contrato, sendo consideravelmente superiores aos verificados nos restantes meses. Quanto à análise dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do mês de maturidade, nos casos em que o preço das opções de compra é relativamente superior ao preço das opções de venda, é de salientar que o maior número de desvios ocorre para os meses de março, junho, setembro e dezembro, sendo, no seu conjunto, responsáveis por 65,88% do total dos desvios e que a maior percentagem de desvios no total das observações por mês de maturidade remete para os meses de janeiro e fevereiro, com 64,92% e 64,95%, respetivamente. Importa, ainda, evidenciar que os meses que apresentam o maior número de desvios são aqueles que revelam os maiores desvios médios, entre 15,00£ e 19,00£ por contrato e que o mês de dezembro apresenta o maior desvio máximo, que ascende a 1.510,41£ por contrato.

Perante a análise dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção, merece referência o facto de não existirem tendências claramente definidas relativamente aos desvios identificados. Nos casos em que o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra, importa assinalar que o maior número de desvios ocorre para as opções de compra *out of the money* e opções de venda *in the money* com um tempo até à maturidade superior a um mês e inferior ou igual a três meses, que respondem por 25,86% do total dos desvios, e que a maior percentagem de desvios no total das observações por grau de *moneyness* e tempo até à maturidade surge para o mesmo grupo amostral, com 32,25%. Em geral, os desvios estão concentrados mais nas opções de compra *out of the money* e opções de venda *in the money* e nas opções com maturidade superior a um mês e inferior ou igual a três meses, sendo constatado que o maior desvio médio ocorre nas opções de compra *out of the money* e opções de venda *in the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês, com 102,34£ por contrato, e o maior desvio máximo surge nas opções de compra *out of the money* e opções de venda *in the money* com um tempo até à maturidade superior a seis meses, com 2.739,41£ por contrato. Nos casos em que o preço das opções de compra é relativamente superior ao preço das opções de venda, importa notar que o maior número de desvios ocorre para as opções de compra *in the money* e opções de venda *out of the money* com um tempo até à maturidade superior a um mês e inferior ou igual a três meses, que respondem por 27,76% do total dos desvios, e que a maior percentagem de desvios no total das observações por grau de *moneyness* e tempo até à maturidade surge para as opções de compra e de venda *at the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês, com 57,40%. Em geral, os desvios estão concentrados mais nas opções de compra *in the money* e opções de venda *out of the money* e nas opções com maturidade superior a um mês e inferior ou igual a três meses, no entanto, são as opções de compra *out of the money* e opções de venda *in the money* com um tempo até à maturidade superior a seis meses que revelam o maior desvio médio, com 51,07£ por contrato, e o maior desvio máximo, com 1.510,41£ por contrato.

Uma análise dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do constituinte,

permite concluir, sobre os casos em que o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra, que o maior número de desvios ocorre nas ações da Glencore International, com 9.917 desvios, e que a maior percentagem de desvios no total das observações por constituinte remete para as ações da mesma empresa, com 66,06%, e, sobre os casos em que o preço das opções de compra é relativamente superior ao preço das opções de venda, que o maior número de desvios surge nas ações da Lloyds Banking Group, com 12.098 desvios, e que a maior percentagem de desvios no total das observações por constituinte remete para as ações da Rolls-Royce Holdings, com 100,00%. Importa destacar que, nas situações em que o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra, o maior desvio médio ocorre nas ações da AstraZeneca e da British American Tobacco, com 363,40£ e 269,24£ por contrato, respetivamente, e, nas situações em que o preço das opções de compra é relativamente superior ao preço das opções de venda, o maior desvio médio surge nas ações da Rolls-Royce Holdings, com 176,64£ por contrato.

### **5.3 MODELOS DE AVALIAÇÃO DE OPÇÕES**

Os testes baseados nos modelos de avaliação de opções, desenvolvidos no presente trabalho, incidem sobre uma amostra de 96.684 e 96.685 observações para as opções de compra e opções de venda europeias sobre o FTSE100, respetivamente, e sobre uma amostra de 795.542 e 795.550 observações para as opções de compra e opções de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, respetivamente. Uma vez que a utilização de modelos de avaliação para aferir sobre a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista levanta o problema da hipótese conjunta, é adotado o procedimento de Cavallo e Mammola (2000), que considera que apenas se implementa a estratégia de *hedging* quando o módulo dos desvios expressos em percentagem do preço da opção é superior a 15%, para expurgar os desvios que se devem a problemas associados à correta especificação dos modelos de avaliação de opções. As tabelas com os resultados obtidos para estes testes constam dos anexos 25 a 33.

#### **5.3.1 OPÇÕES SOBRE O FTSE100**

A evidência empírica obtida permite verificar que os desvios entre o preço das opções de compra e opções de venda europeias sobre o FTSE100 e o valor obtido pelo modelo

de Black-Scholes-Merton são identificados na quase totalidade das observações, dado que apenas não existem desvios numa observação das opções de compra, sendo ainda de realçar que os desvios positivos ocorrem mais vezes do que os desvios negativos. Recorrendo ao *threshold* de Cavallo e Mammola (2000), é possível constatar que os desvios associados à não consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista apenas são detetados em 52,75% das observações, nas opções de compra, e em 53,02% das observações, nas opções de venda. De referir que, nas opções de compra, a redução do número de desvios positivos, de 73,46% para 36,58% das observações, é mais acentuada do que a redução do número de desvios negativos, de 26,53% para 16,17% das observações e, nas opções de venda, a redução do número de desvios positivos, de 69,48% para 49,86% das observações, é menos acentuada do que a redução do número de desvios negativos, de 30,52% para 3,16% das observações. O desvio médio do preço das opções de compra é superior ao desvio médio do preço das opções de venda, sendo de assinalar que, nas opções de compra, enquanto o desvio médio absoluto é de 390,72£ por contrato, o desvio médio percentual é de -120,38% do preço do contrato, o que significa que os desvios negativos assumem maior peso no preço dos contratos do que os desvios positivos. Já nas opções de venda, o desvio médio absoluto de 214,77£ por contrato corresponde a um desvio médio percentual de 33,60% do preço do contrato.

A análise dos desvios entre o preço das opções de compra e opções de venda europeias sobre o FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Black-Scholes-Merton, em função do mês de maturidade, sugere que a tendência identificada para o total das observações também se verifica, em termos gerais, para cada um dos meses, sendo, por isso, apenas sublinhadas as situações excepcionais. Deste modo, em relação às opções de compra, é de destacar o mês de maio por revelar mais desvios negativos do que desvios positivos, sendo acompanhados por um desvio médio absoluto negativo, e, no que respeita às opções de venda, é de sublinhar os meses de janeiro, fevereiro, agosto e novembro pelo facto de, após expurgar os desvios que se devem a problemas associados à correta especificação dos modelos de avaliação de opções, o número de desvios negativos ser nulo. Importa também evidenciar, no caso das opções de compra, que os desvios médios percentuais mais elevados são negativos e ocorrem nos meses de março, junho e setembro e, no caso das opções de venda, que os desvios médios percentuais são positivos em todos os meses e não se distinguem significativamente entre si. Por fim, é

de referir que, considerando apenas os desvios que se devem à não consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, a maior percentagem de desvios no total das observações por mês de maturidade remete, nas opções de compra, para o mês de janeiro, com 63,12%, e, nas opções de venda, para o mês de fevereiro, com 66,97%, sendo que o número de desvios identificados nestes casos corresponde apenas a 4,72% e 4,34% do total destes desvios, no primeiro e segundo casos, respetivamente.

Da análise dos desvios entre o preço das opções de compra e opções de venda europeias sobre o FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Black-Scholes-Merton, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção, importa salientar que o número de desvios positivos é superior ao número de desvios negativos nos vários grupos amostrais, com exceção das opções de compra *out of the money* com um tempo até à maturidade superior a seis meses e das opções de venda *in the money* com um tempo até à maturidade superior a seis meses, sendo que estes são também os únicos casos em que o desvio médio absoluto é negativo, correspondendo a -15,39£ e -483,87£ por contrato, respetivamente. Os desvios médios percentuais são mais acentuados nas opções *out of the money*, sendo de notar que este é significativamente negativo no caso das opções de compra *out of the money* com um tempo até à maturidade superior a seis meses. Relevando apenas os desvios que se devem à não consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, a maior percentagem de desvios no total das observações por grau de *moneyness* e tempo até à maturidade surge para as opções de compra *out of the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês, com 91,06%, e para as opções de venda *out of the money* com um tempo até à maturidade superior a três meses e inferior ou igual a seis meses, com 97,38%, sendo que, neste último caso, o número de desvios negativos é nulo e o número de desvios identificados em cada um dos casos representa 8,17% e 15,44% do total destes desvios, respetivamente.

### **5.3.2 OPÇÕES SOBRE AS AÇÕES CONSTITUINTES DO FTSE100**

De acordo com a evidência empírica obtida, os desvios entre o preço das opções de compra e opções de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein são detetados em 98,69% das observações relativas às opções de compra e em 99,91% das observações referentes às opções de venda, sendo que os desvios positivos ocorrem, em ambos os casos, mais

vezes do que os desvios negativos. Utilizando o *threshold* de Cavallo e Mammola (2000), é possível constatar que os desvios devidos à não consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista apenas são identificados em 48,75% das observações, nas opções de compra, e em 50,19%, nas opções de venda. Assim, tal como constatado para as opções sobre o FTSE100, nas opções de compra sobre as ações constituintes do FTSE100, a redução do número de desvios positivos, de 72,85% para 33,40% das observações, é mais acentuada do que a redução do número de desvios negativos, de 25,84% para 15,36% das observações, enquanto, nas opções de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, a redução do número de desvios positivos, de 65,52% para 41,64% das observações, é menos acentuada do que a redução do número de desvios negativos, de 34,39% para 8,55% das observações. De realçar que apesar de o desvio médio absoluto do preço das opções de compra, com 34,79£ por contrato, ser superior ao desvio médio absoluto do preço das opções de venda, com 21,34£ por contrato, o desvio médio percentual do preço das opções de venda, representando 18,34% do preço do contrato, é superior ao desvio médio percentual do preço das opções de compra, que corresponde a -13,26% do preço do contrato, que por ser negativo indica que os desvios negativos assumem maior peso no preço dos contratos do que os desvios positivos.

Com base na análise dos desvios entre o preço das opções de compra e opções de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do mês de maturidade, é de assinalar que a tendência identificada para o total das observações também se verifica, em termos gerais, para cada um dos meses, com exceção do mês de maio, no caso das opções de compra, já que, quando se expurga os desvios que se devem a problemas associados à correta especificação dos modelos de avaliação de opções, este deixa de apresentar um número de desvios positivos superior ao número de desvios negativos. Os desvios médios percentuais não revelam diferenças acentuadas entre os meses, sendo sempre positivos para as opções de venda. Relevando apenas os desvios que se devem à não consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, a maior percentagem de desvios no total das observações por mês de maturidade remete, nas opções de compra, para o mês de julho, com 56,43% e, nas opções de venda, para o mês de fevereiro com 61,05%, sendo que o número de desvios identificados equivale apenas a 2,84% e 3,10% do total destes desvios, no primeiro e segundo casos, respetivamente.

A partir da análise dos desvios entre o preço das opções de compra e opções de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção, importa evidenciar que o número de desvios positivos é superior ao número de desvios negativos nos vários grupos amostrais, com exceção das opções de venda *in the money*, sendo que apenas nestas opções e nas opções de compra *out of the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês e com um tempo até à maturidade superior a seis meses se observa desvios médios absolutos negativos. Quanto aos desvios médios percentuais, é de referir que estes são mais acentuados nas opções *out of the money*, em linha com o registado nas opções sobre o FTSE100. Tendo em conta apenas os desvios que se devem à não consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, a maior percentagem de desvios no total das observações por grau de *moneyness* e tempo até à maturidade surge para as opções de compra e opções de venda *out of the money* com um tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês, com 93,13% e 94,69%, respetivamente, sendo que o número de desvios identificados nestes casos representa 12,59% e 14,42% do total destes desvios, respetivamente.

Uma análise dos desvios entre o preço das opções de compra e opções de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do constituinte, permite concluir que as ações da Reckitt Benckiser Group são as que registam o maior desvio médio absoluto positivo, com 253,32£ por contrato, nas opções de compra, e 205,78£ por contrato, nas opções de venda, e que as ações da Randgold Resources são as que registam o maior desvio médio absoluto negativo, com -249,91£ por contrato, nas opções de compra, e -294,69£ por contrato, nas opções de venda. De salientar que os desvios médios absolutos negativos são mais significativos para as ações de empresas do setor da mineração e que as ações da Burberry Group apresentam desvios médios percentuais negativos muito superiores às restantes, nas opções de compra e nas opções de venda. Considerando apenas os desvios que se devem à não consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, a maior percentagem de desvios no total das observações por constituinte surge, no caso das opções de compra, para as ações da Rolls-Royce Holdings, com 64,26%, e, no caso das opções de venda, para as ações da Next, com 69,56%, sendo que o número de desvios detetados representa só 1,19% e 1,15% do total destes desvios, respetivamente.

## 6. CONCLUSÕES

Da análise da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, através das condições de não arbitragem, importa destacar que, nos testes baseados na condição de fronteira inferior, são identificados mais desvios do preço das opções de venda do que do preço das opções de compra e, nos testes baseados na paridade *put-call*, são registados mais casos em que o preço das opções de venda é relativamente superior ao preço das opções de compra do que os casos em que o preço das opções de compra é relativamente superior ao preço das opções de venda, sendo possível constatar que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge* ocorrem mais vezes do que as oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge*. Por um lado, a evidência empírica obtida para a condição de fronteira inferior está em linha com os resultados obtidos por Brunetti e Torricelli (2005) para as opções europeias sobre o índice de referência italiano (MIB30), apesar de os referidos autores, no cenário de ausência de custos de transação, identificarem desvios apenas em menos de 1% das observações e, por outro, a evidência empírica obtida para a paridade *put-call* está em linha com os resultados obtidos por Cavallo e Mammola (2000) para as opções europeias sobre o índice de referência italiano (MIB30), bem como os resultados obtidos por Lefoll, Ormond e Velazquez (1990) para as opções americanas sobre as ações de doze empresas, constituintes do índice de referência suíço (SMI), e ainda por Nisbet (1992) para as opções americanas sobre as ações de cinquenta e cinco empresas, quando utilizados os dividendos efetivos. Importa realçar que os desvios *ex post* da condição de fronteira inferior e da paridade *put-call* representam sinais de *mispricing* e que o desvio médio corresponde ao ganho potencial médio resultante da implementação de estratégias de arbitragem com vista a explorar esses desvios, o qual tende a ser absorvido pelos custos de transação, pelo que o tipo de investidor considerado influencia as conclusões da análise. O tipo de ativos subjacentes utilizados nesta análise, índice e ações constituintes do índice, possuem características específicas, conforme explicado por Evnine e Rudd (1985), que justificam o facto de as opções sobre o FTSE100 apresentarem desvios mais frequentes e de maior dimensão em relação às opções sobre as ações constituintes do FTSE100, no entanto, neste trabalho não se pretende aprofundar esta questão.

Sobre a análise da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, através dos modelos de avaliação de opções, importa evidenciar que os desvios positivos ocorrem mais vezes do que os desvios negativos tanto nas opções de compra e opções de venda europeias sobre o FTSE100 como nas opções de compra e opções de venda americanas sobre as ações constituintes do FTSE100. Dado que a utilização de modelos de avaliação para aferir sobre a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista levanta o problema da hipótese conjunta, abordado na revisão de literatura, no presente trabalho é adotado o mesmo procedimento de Cavallo e Mammola (2000), que consiste em admitir que apenas se implementa a estratégia de *hedging* quando o módulo dos desvios expressos em percentagem do preço da opção é superior a 15%, de modo a expurgar os desvios que se devem a problemas associados à correta especificação dos modelos de avaliação de opções, tendo resultado, em termos gerais, numa redução do número de desvios para cerca de metade, sendo de assinalar que, seguindo linhas opostas, nas opções de compra, a redução do número de desvios positivos é mais acentuada do que a redução do número de desvios negativos e, nas opções de venda, a redução do número de desvios positivos é menos acentuada do que a redução do número de desvios negativos. À semelhança dos resultados obtidos para as condições de não arbitragem, a evidência empírica obtida para os modelos de avaliação de opções também mostra desvios mais frequentes e de maior dimensão para as opções sobre o FTSE100 do que para as opções sobre as ações constituintes do FTSE100.

A análise dos resultados obtidos por grupos amostrais não permite obter tendências claramente definidas, pelo que apenas importa salientar que: (i) os desvios identificados, em função do mês de maturidade, estão mais concentrados nos meses de março, junho, setembro e dezembro, registando em alguns casos os maiores desvios médios, sendo ainda de referir o mês de maio por apresentar algumas particularidades; (ii) os desvios detetados, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção, raramente ocorrem nas opções *at the money* e nas opções com um tempo até à maturidade superior a três meses e inferior ou igual a seis meses; e, (iii) os desvios observados, em função do constituinte, assumem maior importância nas empresas dos setores da mineração, de farmacêutica e biotecnologia e do tabaco, apesar de também existirem consideráveis desvios em empresas de outros setores.

No que refere às opções europeias sobre o FTSE100, no cenário de ausência de custos de transação, é possível concluir que os desvios da condição de fronteira inferior e os desvios da paridade *put-call* são mais frequentes do que os assinalados por Cavallo e Mammola (2000), Mittnik e Rieken (2000a, 2000b), Capelle-Blancard e Chaudhury (2001) e Brunetti e Torricelli (2005), sendo de notar que o desvio médio registado é muito significativo. Em síntese, a análise desenvolvida fornece evidência empírica que não permite concluir a favor da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, assumindo particular importância investigar os efeitos da introdução dos custos de transação, em função do tipo de investidor. No que respeita às opções americanas sobre as ações constituintes do FTSE100, admitindo a inexistência de custos de transação, é possível concluir que os desvios da condição de fronteira inferior, aplicável às opções de compra, são menos frequentes do que os observados por Lefoll, Ormond e Velazquez (1990) e, ainda, que os desvios da paridade *put-call* são também ligeiramente menos frequentes do que os verificados por Lefoll, Ormond e Velazquez (1990) e Nisbet (1992), sendo que o desvio médio registado é inferior ao apresentado pelos primeiros autores. Em síntese, dado que estes autores concluem a favor da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, a análise desenvolvida no presente trabalho não fornece forte evidência empírica contra a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista. À semelhança da evidência empírica obtida a partir das condições de não arbitragem, os resultados obtidos com base nos modelos de avaliação de opções também não suportam a existência de consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista, o que corrobora a expectativa de Galai (1989) e Nisbet (1992).

Como tópicos de investigação futura sobre este tema, é de mencionar: (i) a introdução de vários cenários para os custos de transação, em função do tipo de investidor, com o intuito de perceber se as oportunidades de arbitragem identificadas podem efetivamente ser exploradas proporcionando ganhos isentos de risco; (ii) o alargamento do período temporal, de modo a aferir se as características dos desvios detetados para as opções europeias sobre o FTSE100 e para as opções americanas sobre as ações constituintes do FTSE100 se mantêm ou se são específicos da amostra utilizada; e, (iii) o alargamento dos mercados analisados, utilizando a mesma metodologia em todos, no sentido de realizar uma análise da consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista em termos comparativos, em vez de concluir sobre a consistência em termos absolutos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackert, L. F. and Y. S. Tian (2001), “Efficiency in Index Options Markets and Trading in Stock Baskets”, *Journal of Banking and Finance*, vol. 25, no. 9, pp. 1607-1634.
- Armada, M. R. and C. M. Santos (1998), “Studies on the Volatility of the FTSE100 Index Options”, *Revista de Mercados e Ativos Financeiros*, vol. 1, no. 1, pp. 103-123.
- Bachelier, L. (1900), “Théorie de la Spéculation”, *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure*, vol. 3, no. 17, pp. 21-86.
- Barone-Adesi, G. and R. E. Whaley (1987), “Efficient Analytic Approximation of American Option Values”, *Journal of Finance*, vol. 42, no. 2, pp. 301-320.
- Bhattacharya, M. (1983), “Transactions Data Tests of Efficiency of the Chicago Board Options Exchange”, *Journal of Financial Economics*, vol. 12, no. 2, pp. 161-185.
- Bjerkstrand, P. and G. Stensland (1993), “Closed-Form Approximation of American Options”, *Scandinavian Journal of Management*, vol. 9, suppl. 1, pp. S87-S99.
- Black, F. and M. Scholes (1973), “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”, *Journal of Political Economy*, vol. 81, no. 3, pp. 637-654.
- Black, F. (1975), “Fact and Fantasy in the Use of Options”, *Financial Analysts Journal*, vol. 31, no. 4, pp. 36-72.
- Blomeyer, E. C. (1986), “An Analytic Approximation for the American Put Price for Options on Stocks with Dividends”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 21, no. 2, pp. 229-233.
- Boness, A. J. (1964), “Elements of a Theory of Stock-Option Value”, *Journal of Political Economy*, vol. 72, no. 2, pp. 163-175.
- Boyle, P. P. (1977), “Options: A Monte Carlo Approach”, *Journal of Financial Economics*, vol. 4, no. 3, pp. 323-338.
- Brennan, M. J. and E. S. Schwartz (1977), “The Valuation of American Put Options”, *Journal of Finance*, vol. 32, no. 2, pp. 449-462.

- Brennan, M. J. and E. S. Schwartz (1978), "Finite Difference Methods and Jump Processes Arising in the Pricing of Contingent Claims: A Synthesis", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 13, no. 3, pp. 461-474.
- Broadie, M. and J. Detemple (1996), "American Option Valuation: New Bounds, Approximations and a Comparison of Existing Methods", *Review of Financial Studies*, vol. 9, no. 4, pp. 1211-1250.
- Brown, R. L. and S. A. Easton (1992), "Empirical Evidence on Put-Call Parity in Australia: A Reconciliation and Further Evidence", *Australian Journal of Management*, vol. 17, no. 1, pp. 11-19.
- Brunetti, M. and C. Torricelli (2005), "Put-Call Parity and Cross Market Efficiency in the Index Options Markets: Evidence from the Italian Market", *International Review of Financial Analysis*, vol. 14, no. 5, pp. 508-532.
- Brunetti, M. and C. Torricelli (2007), "The Internal and Cross Market Efficiency in Index Option Markets: An Investigation of the Italian Market", *Applied Financial Economics*, vol. 17, no. 1, pp. 25-33.
- Capelle-Blancard, G. and M. Chaudhury (2001), "Efficiency Tests of the French Index (CAC40) Options Market", Desmarais Global Finance Research Centre - Working Paper, Desautels Faculty of Management of the McGill University.
- Cassese, G. and M. Guidolin (2004), "Pricing and Informational Efficiency of the MIB30 Index Options Market: An Analysis with High-Frequency Data", *Economic Notes*, vol. 33, no. 2, pp. 275-321.
- Cavallo, L. and P. Mammola (2000), "Empirical Tests of Efficiency of the Italian Index Options Market", *Journal of Empirical Finance*, vol. 7, no. 2, pp. 173-193.
- Chance, D. M. (1987), "Parity Tests of Index Options", in *A Research Annual*, F. J. Fabozzi (editor), *Advances in Futures and Options Research*, vol. 2, pp. 47-64, London.
- Chance, D. M. (1988), "Boundary Condition Tests of Bid and Ask Prices of Index Call Options", *Journal of Financial Research*, vol. 11, no. 1, pp. 21-31.

- Chesney, M., R. Gibson and H. Loubergé (1995), “Arbitrage Trading and Index Option Pricing at SOFFEX: An Empirical Study Using Daily and Intradaily Data”, *Financial Markets and Portfolio Management*, vol. 9, no. 1, pp. 35-60.
- Cox, J. C. and S. A. Ross (1975), “The Pricing of Options for Jump Processes”, Rodney L. White Center for Financial Research - Working Paper, no. 2-75, Wharton School of the University of Pennsylvania.
- Cox, J. C. and S. A. Ross (1976), “The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes”, *Journal of Financial Economics*, vol. 3, no. 1-2, pp. 145-166.
- Cox, J. C., S. A. Ross and M. Rubinstein (1979), “Option Pricing: A Simplified Approach”, *Journal of Financial Economics*, vol. 7, no. 3, pp. 229-263.
- Cox, J. C. and M. Rubinstein (1985), *Options Markets*, New Jersey: Prentice-Hall.
- Cox, J. C. (1996), “The Constant Elasticity of Variance Option Pricing Model”, *Journal of Portfolio Management*, vol. 23, no. 1, special issue tribute, pp. 15-17.
- Datastream (2013), “Informação de Mercado Relativa às Opções sobre o FTSE100 e sobre as Ações Constituintes do FTSE100 e Respetivos Ativos Subjacentes”, terminal da Faculdade de Economia do Porto, acedido em junho e julho de 2013.
- Deville, L. (2003a), “Impact de l’Introduction du Tracker Master Share CAC40 sur la Relation de Parité Call-Put”, *Banque et Marchés*, no. 62, pp. 50-57.
- Deville, L. (2003b), “Time to Efficiency of the French CAC40 Index Options Market”, EFMA 2004 Meetings - Working Paper, European Financial Management Association.
- Dubofsky, D. A. (1992), *Options and Financial Futures: Valuation and Uses*, New York: McGraw-Hill.
- Evnine, J. and A. Rudd (1985), “Index Options: The Early Evidence”, *Journal of Finance*, vol. 40, no. 3, pp. 743-756.
- Fama, E. F. (1965), “The Behavior of Stock-Market Prices”, *Journal of Business*, vol. 38, no. 1, pp. 34-105.

Fama, E. F. (1991), “Efficient Capital Markets: II”, *Journal of Finance*, vol. 46, no. 5, pp. 1575-1617.

FESE (2013), “Informação Estatística sobre as Bolsas Europeias”, <http://www.fese.eu/en/?inc=art&id=4>, acessado em maio de 2013.

French, K. R. (1980), “Stock Returns and the Weekend Effect”, *Journal of Financial Economics*, vol. 8, no. 1, pp. 55-69.

FTSE (2013), “Daily Constituents of FTSE100 Index”, [https://www.ftse.com/Indices/UK\\_Indices/Daily\\_Constituents.jsp](https://www.ftse.com/Indices/UK_Indices/Daily_Constituents.jsp), acessado em maio de 2013.

Galai, D. (1978), “Empirical Tests of Boundary Conditions for CBOE Options”, *Journal of Financial Economics*, vol. 6, no. 2-3, pp. 187-211.

Galai, D. (1989), “Testing the Arbitrage Conditions for Option Pricing - A Survey”, *Financial Markets and Portfolio Management*, vol. 3, no. 1, pp. 16-27.

Gemmill, G. (1986), “The Forecasting Performance of Stock Options on the London Traded Options Market”, *Journal of Business Finance and Accounting*, vol. 13, no. 4, pp. 535-546.

Geske, R. (1978), “The Pricing of Options with Stochastic Dividend Yield”, *Journal of Finance*, vol. 33, no. 2, pp. 617-625.

Geske, R. (1979a), “The Valuation of Compound Options”, *Journal of Financial Economics*, vol. 7, no. 1, pp. 63-81.

Geske, R. (1979b), “A Note on an Analytical Valuation Formula for Unprotected American Call Options on Stocks with Known Dividends”, *Journal of Financial Economics*, vol. 7, no. 4, pp. 375-380.

Geske, R. and H. E. Johnson (1984), “The American Put Option Valued Analytically”, *Journal of Finance*, vol. 39, no. 5, pp. 1511-1524.

Goh, L. Y. and D. Allen (1984), “A Note on Put-Call Parity and the Market Efficiency of the London Traded Options Market”, *Managerial and Decision Economics*, vol. 5, no. 2, pp. 85-90.

- Gould, J. P. and D. Galai (1974), "Transactions Costs and the Relationship Between Put and Call Prices", *Journal of Financial Economics*, vol. 1, no. 2, pp. 105-129.
- Gray, S. F. (1989), "Put-Call Parity: An Extension of Boundary Conditions", *Australian Journal of Management*, vol. 14, no. 2, pp. 151-169.
- Hull, J. C. and A. White (1987), "The Pricing of Options on Assets with Stochastic Volatilities", *Journal of Finance*, vol. 42, no. 2, pp. 281-300.
- Hull, J. C. and A. White (1988), "The Use of the Control Variate Technique in Option Pricing", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 23, no. 3, pp. 237-251.
- Hull, J. C. (2012), *Options, Futures and Other Derivatives*, London: Pearson Education.
- Jarrow, R. A. and A. Rudd (1983), *Option Pricing*, Illinois: Dow Jones-Irwin.
- Johnson, H. E. (1983), "An Analytic Approximation for the American Put Price", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 18, no. 1, pp. 141-148.
- Johnson, H. E. and D. Shanno (1987), "Option Pricing when the Variance is Changing", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 22, no. 2, pp. 143-151.
- Kamara, A. and T. W. Miller (1995), "Daily and Intradaily Tests of European Put-Call Parity", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 30, no. 4, pp. 519-539.
- Kim, I. J. (1990), "The Analytic Valuation of American Options", *Review of Financial Studies*, vol. 3, no. 4, pp. 547-572.
- Klemkosky, R. C. and B. G. Resnick (1979), "Put-Call Parity and Market Efficiency", *Journal of Finance*, vol. 34, no. 5, pp. 1141-1155.
- Klemkosky, R. C. and B. G. Resnick (1980), "An Ex Ante Analysis of Put-Call Parity", *Journal of Financial Economics*, vol. 8, no. 4, pp. 363-378.
- Lefoll, J., R. Ormond and M. Velazquez (1990), "Arbitrage Conditions for Option Pricing on the SOFFEX", *Financial Markets and Portfolio Management*, vol. 4, no. 2, pp. 129-143.

- Li, S. (2006), "The Arbitrage Efficiency of the Nikkei225 Options Market: A Put-Call Parity Analysis", *Monetary and Economic Studies*, vol. 24, no. 2, pp. 33-54.
- Longstaff, F. A. and E. S. Schwartz (2001), "Valuing American Options by Simulation: A Simple Least-Squares Approach", *Review of Financial Studies*, vol. 14, no. 1, pp. 113-147.
- Loudon, G. F. (1988), "Put-Call Parity Theory: Evidence from the Big Australian", *Australian Journal of Management*, vol. 13, no. 1, pp. 53-67.
- MacMillan, L. W. (1986), "Analytic Approximation for the American Put Option", in *A Research Annual*, F. J. Fabozzi (editor), *Advances in Futures and Options Research*, vol. 1, part A - Options, pp. 119-139, London.
- Margrabe, W. (1978), "The Value of an Option to Exchange One Asset for Another", *Journal of Finance*, vol. 33, no. 1, pp. 177-186.
- Merton, R. C. (1973a), "Theory of Rational Option Pricing", *Bell Journal of Economics and Management Science*, vol. 4, no. 1, pp. 141-183.
- Merton, R. C. (1973b), "The Relationship Between Put and Call Option Prices: Comment", *Journal of Finance*, vol. 28, no. 1, pp. 183-184.
- Merton, R. C. (1976), "Option Pricing when Underlying Stock Returns are Discontinuous", *Journal of Financial Economics*, vol. 3, no. 1-2, pp. 125-144.
- Mitnik, S. and S. Rieken (2000a), "Lower-Boundary Violations and Market Efficiency: Evidence from the German DAX-Index Options Market", *Journal of Futures Markets*, vol. 20, no. 5, pp. 405-424.
- Mitnik, S. and S. Rieken (2000b), "Put-Call Parity and the Informational Efficiency of the German DAX-Index Options Market", *International Review of Financial Analysis*, vol. 9, no. 3, pp. 259-279.
- Nisbet, M. (1992), "Put-Call Parity Theory and an Empirical Test of the Efficiency of the London Traded Options Market", *Journal of Banking and Finance*, vol. 16, no. 2, pp. 381-403.

NYSE Euronext (2013a), “Exchange Contract No. 129E: Option Contract on FTSE100 Index (European-Style Exercise)”, <https://globalderivatives.nyx.com/en/stock-indices/nyse-liffe/contract-list-london>, acessado em maio de 2013.

NYSE Euronext (2013b), “Exchange Contract No. 201: Option Contract on Equity Related Securities (Including Company Shares and Exchange Traded Fund Shares) - Denominated in Sterling”, <https://globalderivatives.nyx.com/en/stock-options/nyse-liffe/contract-list-london>, acessado em maio de 2013.

NYSE Euronext (2013c), “London Notices”, <https://globalderivatives.nyx.com/en/nyse-liffe/notices>, acessado em maio de 2013.

NYSE Euronext (2013d), “Exchange Holidays”, <https://globalderivatives.nyx.com/nyse-liffe/exchange-holidays>, acessado em maio de 2013.

Rendleman, R. J. and B. J. Bartter (1979), “Two-State Option Pricing”, *Journal of Finance*, vol. 34, no. 5, pp. 1093-1110.

Roll, R. (1977), “An Analytic Valuation Formula for Unprotected American Call Options on Stocks with Known Dividends”, *Journal of Financial Economics*, vol. 5, no. 2, pp. 251-258.

Samuelson, P. A. (1965), “Rational Theory of Warrant Pricing”, *Industrial Management Review*, vol. 6, no. 2, pp. 13-39.

Samuelson, P. A. and R. C. Merton (1969), “A Complete Model of Warrant Pricing that Maximizes Utility”, *Industrial Management Review*, vol. 10, no. 2, pp. 17-46.

Schwartz, E. S. (1977), “The Valuation of Warrants: Implementing a New Approach”, *Journal of Financial Economics*, vol. 4, no. 1, pp. 79-93.

Scott, L. O. (1987), “Option Pricing when the Variance Changes Randomly: Theory, Estimation and an Application”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 22, no. 4, pp. 419-438.

Sharpe, W. F. (1978), *Investments*, New Jersey: Prentice-Hall.

- Sprenkle, C. M. (1961), "Warrant Prices as Indicators of Expectations and Preferences", *Yale Economic Essays*, vol. 1, no. 2, pp. 179-231.
- Stoll, H. R. (1969), "The Relationship Between Put and Call Option Prices", *Journal of Finance*, vol. 24, no. 5, pp. 801-824.
- Stoll, H. R. (1973), "Reply", *Journal of Finance*, vol. 28, no. 1, pp. 185-187.
- Stoll, H. R. and R. E. Whaley (1986), "New Option Instruments: Arbitrageable Linkages and Valuation", in *A Research Annual*, F. J. Fabozzi (editor), Advances in Futures and Options Research, vol. 1, part A - Options, pp. 25-62, London.
- Taylor, S. L. (1990), "Put-Call Parity: Evidence from the Australian Options Market", *Australian Journal of Management*, vol. 15, no. 1, pp. 203-216.
- Trigeorgis, L. (1991), "A Log-Transformed Binomial Numerical Analysis Method for Valuing Complex Multi-Option Investments", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 26, no. 3, pp. 309-326.
- United Kingdom Debt Management Office (2013), "Money Markets for Treasury Bill Tender Results", [http://www.dmo.gov.uk/index.aspx?page=tbills/tbill\\_tenders](http://www.dmo.gov.uk/index.aspx?page=tbills/tbill_tenders), acessado em julho de 2013.
- Viana, P. (1998), "O Efeito 'Sorriso' da Volatilidade Implícita de Opções Financeiras: Estudo Empírico Aplicado a Opções sobre Ações da LIFFE", Dissertação de Mestrado em Ciências Empresariais com Especialização em Finanças orientada pelo Professor Doutor João Duque, Faculdade de Economia do Porto.
- WFE (2013), "Informação Estatística sobre as Bolsas Mundiais", <http://www.world-exchanges.org/statistics/monthly-reports>, acessado em maio de 2013.
- Whaley, R. E. (1981), "On the Valuation of American Call Options on Stocks with Known Dividends", *Journal of Financial Economics*, vol. 9, no. 2, pp. 207-211.
- Wiggins, J. B. (1987), "Option Values under Stochastic Volatility: Theory and Empirical Estimates", *Journal of Financial Economics*, vol. 19, no. 2, pp. 351-372.

## **ANEXOS**

**Anexo 1** - Síntese dos estudos empíricos que analisam a consistência entre o mercado de opções e o mercado à vista nos mercados americano, japonês e australiano.

Estudo Empírico	Condição Testada	Ativo Subjacente	Período	Favorável à Consistência?
<b>Mercado Americano</b>				
Stoll (1969)	PPC	Ações das Empresas “R” e “NB”	1966 e 1967	Sim
Gould e Galai (1974)	PPC	Ações das Empresas “NB”	1967 a 1969	Pouco (?)
Galai (1978)	CFI	Ações de 32 Empresas	26/Abril/1973 a 30/Novembro/1973	Pouco (?)
Klemkosky e Resnick (1979, 1980)	PPC	Ações de 15 Empresas	Julho/1977 a Junho/1978	Sim
Bhattacharya (1983)	CFI	Ações de 58 Empresas	24/Agosto/1976 a 12/Junho/1977	Sim
Evnine e Rudd (1985)	CFI e PPC	S&P100 e MMI	26/Junho/1984 a 30/Agosto/1984	Não (?)
Chance (1987)	PPC	S&P100	Janeiro/1984 a Abril/1984	Pouco (?)
Chance (1988)	CFI	S&P100	Janeiro/1984 a Abril/1984	Sim
Kamara e Miller (1995)	PPC	S&P500	01/Maio/1986 a 31/Maio/1989	Sim
Ackert e Tian (2001)	CFI e PPC	S&P500	01/Fevereiro/1992 a 31/Janeiro/1994	Sim
<b>Mercado Japonês</b>				
Li (2006)	PPC	Nikkei225	6/Janeiro/2003 a 19/Dezembro/2005	Sim
<b>Mercado Australiano</b>				
Loudon (1988)	PPC	Ações da BHP	Janeiro/1985 a Dezembro/1985	Sim
Gray (1989)	PPC	Ações de 10 Empresas	Junho/1984 a Maio/1986	Sim

Estudo Empírico	Condição Testada	Ativo Subjacente	Período	Favorável à Consistência?
Taylor (1990)	PPC	Ações da BHP e da Woodside	Setembro/1982 a Outubro/1985	Sim
Brown e Easton (1992)	PPC	Ações da BHP	Janeiro/1985 a Dezembro/1985	Sim

**Fonte:** Elaboração própria com base na leitura dos referidos artigos.

**Legenda:** CFI - condição de fronteira inferior; PPC - paridade *put-call*; “R” - “regular”; “NB” - “*new business*”; (?) - os custos de transação e/ou o desfaseamento na execução da transação podem explicar os desvios.

**Nota:** Brown e Easton (1992) constataam que as metodologias aplicadas por Loudon (1988) e por Taylor (1990) são semelhantes, no entanto, fornecem resultados distintos, uma vez que, admitindo que não existem custos de transação, Loudon (1988) identifica desvios *ex post* da paridade *put-call* que, na sua maioria, constituem oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *long hedge* e Taylor (1990) observa desvios *ex post* da paridade *put-call* que, na sua totalidade, constituem oportunidades de arbitragem que podem ser exploradas através de uma estratégia de *short hedge*. Com vista a reconciliar estes dois estudos, Brown e Easton (1992) utilizam um período amostral igual ao de Loudon (1988) e um procedimento de recolha de dados idêntico ao de Taylor (1990) e defendem que a análise desenvolvida fornece evidência empírica que está de acordo com a apresentada por Loudon (1988) e que os resultados obtidos por Taylor (1990) no que respeita às opções americanas sobre as ações da Broken Hill Proprietary Company (BHP) não devem ser considerados, pois mais de 60% das observações são inválidas e a paridade *put-call* é calculada de forma incorreta.

## **Anexo 2 - Modelos Alternativos ao Modelo de Black-Scholes-Merton.**

Antes de indicar os principais desenvolvimentos do modelo de Black-Scholes-Merton, importa realçar que os trabalhos mais relevantes que antecederam este modelo são elaborados por Bachelier (1900), Sprenkle (1961), Boness (1964), Samuelson (1965) e Samuelson e Merton (1969), muito embora Black e Scholes (1973) refiram que as fórmulas de avaliação sugeridas por esses autores não estão completas, pois envolvem um ou mais parâmetros arbitrários.

Um dos pressupostos críticos inerentes ao modelo de Black-Scholes-Merton consiste na especificação do processo estocástico seguido pelo preço do ativo subjacente. Cox e Rubinstein (1985) salientam que o comportamento do preço do ativo subjacente, no referido modelo, apresenta três importantes propriedades: (i) as variações do preço do ativo subjacente num determinado intervalo de tempo não dependem do preço do ativo subjacente registado no início desse intervalo de tempo; (ii) num intervalo de tempo de muito curta duração, a amplitude da variação do preço do ativo subjacente é pequena; e, (iii) num determinado intervalo de tempo de curta duração, existem apenas dois resultados possíveis para o preço do ativo subjacente. Deste modo, Cox e Rubinstein (1985) enunciam quatro situações em que pelo menos uma destas propriedades não se verifica, sendo, por isso, necessário reespecificar o processo estocástico seguido pelo preço do ativo subjacente. Na primeira situação, apenas não se verifica a propriedade (i), o que conduz ao modelo de elasticidade da variância constante de Cox e Ross (1976), que considera que a volatilidade do preço do ativo subjacente varia em função do nível do preço do ativo subjacente, de tal modo que a elasticidade da variância é constante, sendo também de referir, neste contexto, o artigo de Cox (1996). Na segunda situação, apenas não se verifica a propriedade (ii), sendo o modelo *pure jump* de Cox e Ross (1975) uma variante alternativa, pois este assume que os preços do ativo subjacente se situam próximos entre si, sucessivamente, mas, ocasionalmente, variam com grande amplitude. Na terceira situação, apenas não se verifica a propriedade (iii), sendo que a alternativa é o modelo multinomial de Cox e Ross (1975), no qual se admite a possibilidade de o preço do ativo subjacente registar mais do que dois resultados num determinado intervalo de tempo. Na quarta situação, não se verificam as propriedades (ii) e (iii), surgindo, neste caso, o modelo misto *diffusion jump* de Merton

(1976), que é uma conjugação do modelo de Black e Scholes (1973) com o modelo *pure jump* de Cox e Ross (1975).

Outros desenvolvimentos da investigação no campo da avaliação de opções envolvem a reformulação dos restantes pressupostos adotados quanto às variáveis que constam do modelo de Black-Scholes-Merton. A hipótese de que a taxa de juro isenta de risco é constante é, inicialmente, relaxada por Merton (1973a), que assume uma taxa de juro estocástica, em que o preço das obrigações de cupão zero, isentas de risco de crédito, com prazo de vencimento igual à data de maturidade da opção, segue um movimento Browniano geométrico. A suposição de que a volatilidade do preço do ativo subjacente é constante é abandonada pelos modelos já referidos no parágrafo anterior, sendo de assinalar que a utilização de volatilidades estocásticas apenas surgiu com os modelos de Scott (1987) e Wiggins (1987), que admitem que a volatilidade segue um processo de reversão à média, e com os modelos de Hull e White (1987) e Johnson e Shanno (1987), que assumem que a volatilidade segue um processo com tendência constante. Embora decorra do próprio conceito de opção que o preço de exercício é uma variável constante, podem existir situações em que tal não aconteça, pelo que Merton (1973a) estende a análise de Black-Scholes de modo a considerar, no caso das opções que contêm cláusulas de proteção contra o pagamento de dividendos, as variações do preço de exercício da opção induzidas pelo pagamento de dividendos, e Margrabe (1978) desenvolve um modelo de avaliação de opções em que o preço de exercício da opção é estocástico. O pressuposto relativo à não distribuição de dividendos por parte do ativo subjacente é relaxado, entre outros, por Merton (1973a), que considera a possibilidade de existir um dividendo constante ou um *dividend yield* constante, e por Geske (1978), que admite a existência de um *dividend yield* estocástico que segue uma distribuição log-normal.

Os trabalhos desenvolvidos por Black e Scholes (1973) e Merton (1973a) introduzem algumas sugestões no sentido de interligar a teoria das opções e a teoria das finanças empresariais, tendo, neste contexto, surgido o modelo de opções compostas de Geske (1979a), que trata a questão da avaliação de opções sobre opções, salientando que opções sobre ações são opções sobre opções e, portanto, são opções compostas.

### **Anexo 3 - Modelos Alternativos ao Modelo de Cox-Ross-Rubinstein.**

Sobre o modelo binomial, importa evidenciar que os primeiros desenvolvimentos são da autoria de Sharpe (1978) e que Rendleman e Bartter (1979) apresentam uma versão deste modelo semelhante à desenvolvida por Cox, Ross e Rubinstein (1979). Nos anos seguintes, surgem variantes do modelo binomial, propostas por Jarrow e Rudd (1983), Hull e White (1988) e Trigeorgis (1991), em que os parâmetros que definem a árvore binomial são calculados de forma diferente. Mais tarde, Broadie e Detemple (1996) introduzem duas modificações ao modelo binomial, com vista a acelerar a sua convergência, tendo originado o modelo binomial com modificação de Black-Scholes, no qual a fórmula do valor de continuação é substituída pela fórmula de Black-Scholes no momento de tempo imediatamente anterior à data de maturidade da opção, e o modelo binomial com modificação de Black-Scholes e extrapolação de Richardson, no qual é adicionada a extrapolação de Richardson.

O método das diferenças finitas, sugerido por Schwartz (1977) e também Brennan e Schwartz (1977), consiste em aproximar as derivadas parciais da equação diferencial de Black-Scholes pelas diferenças finitas correspondentes, que, posteriormente, são substituídas na equação diferencial e, partindo das condições de fronteira apropriadas, o valor da opção é obtido através de um procedimento recursivo, já que o processo de avaliação da opção inicia na data de maturidade e depois recua, sucessivamente, até ao momento presente, sendo, neste aspeto, semelhante ao modelo binomial. A equação diferencial de Black-Scholes pode ser resolvida, numericamente, através do método das diferenças finitas explícitas ou do método das diferenças finitas implícitas, sendo que da combinação de ambos resultam outros métodos, dos quais Hull (2012) destaca o método de Crank-Nicolson e o método de Hopscotch. Brennan e Schwartz (1978) e Hull (2012) sublinham que o método das diferenças finitas explícitas equivale ao modelo trinomial e que o método das diferenças finitas implícitas equivale ao modelo multinomial.

A simulação de Monte Carlo, enunciada por Boyle (1977), é um procedimento que envolve a geração de números aleatórios para simular os diferentes caminhos que o preço do ativo subjacente pode seguir num ambiente neutral ao risco e, para cada simulação, é calculado o valor esperado da opção e atualizado à taxa de juro isenta de risco, de modo que, o valor da opção é igual à média dos valores obtidos através das

várias simulações. Hull e White (1988) mencionam que a simulação de Monte Carlo apenas deve ser utilizada para avaliar opções europeias, no entanto, importa assinalar que esta também pode ser utilizada para avaliar opções americanas, pois existem modelos baseados na simulação de Monte Carlo que incorporam a possibilidade de exercício antecipado associada às opções americanas, sendo de referir o modelo dos mínimos quadrados de Longstaff e Schwartz (2001).

Hull e White (1988) desenvolvem a técnica da variável de controlo, que consiste em calcular o valor da opção americana e da opção europeia idêntica através do modelo binomial e calcular o valor da opção europeia através do modelo de Black-Scholes, pelo que, assumindo que o erro produzido pelo modelo binomial na avaliação de opções americanas e europeias é igual, então o valor da opção americana é igual ao valor obtido pelo modelo binomial acrescido do erro produzido pelo modelo binomial na avaliação da opção europeia idêntica e, por isso, esta última é considerada como uma variável de controlo. Hull e White (1988) e Hull (2012) salientam que o objetivo da técnica da variável de controlo é aumentar a eficiência dos modelos de avaliação de opções americanas e, neste sentido, pode ser aplicada não só com o modelo binomial, mas também com o método das diferenças finitas e com a simulação de Monte Carlo, sendo que esta última aplicação é originalmente avançada por Boyle (1977).

Barone-Adesi e Whaley (1987) aplicam o método da aproximação quadrática para obter o valor de uma opção americana, admitindo a possibilidade de existir um custo de posse do ativo subjacente. Este método é originalmente desenvolvido por MacMillan (1986) para avaliar uma opção de venda americana sobre um ativo subjacente que não distribui dividendos e requer que o valor de uma opção americana seja decomposto no valor de uma opção europeia idêntica e no prémio de exercício antecipado. As aproximações analíticas de Barone-Adesi e Whaley (1987) e de Bjerksund e Stensland (1993) permitem avaliar opções americanas sobre um ativo subjacente que distribui dividendos contínuos, sendo esta última mais precisa perante opções com maturidades mais longas. Se o ativo subjacente distribuir dividendos discretos, o valor de uma opção de compra americana pode ser apurado pelos modelos de Roll (1977), Geske (1979b) e Whaley (1981) e o valor de uma opção de venda americana pode ser calculado pela aproximação analítica de Geske e Johnson (1984), recorrendo ao conceito de opções compostas.

Na avaliação de opções americanas sobre um ativo subjacente que distribui dividendos contínuos, é de destacar o método da equação integral de Kim (1990) e as aproximações LBA-LUBA de Broadie e Detemple (1996). Kim (1990) aborda a avaliação de opções americanas como um problema de fronteira livre e argumenta que o valor de uma opção americana é dado pelo valor de uma opção europeia idêntica acrescido de um prêmio de exercício antecipado, que depende da fronteira de exercício ótimo, sendo que a fronteira de exercício ótimo é a solução de uma equação integral, sujeita a uma condição de fronteira terminal. Broadie e Detemple (1996) propõem novos métodos para obter as fronteiras superior e inferior aplicáveis ao valor de uma opção americana e, com base nestas fronteiras, fornecem duas aproximações para o valor de uma opção americana, sendo que a *Lower Bound Approximation* (LBA) é baseada apenas na fronteira inferior e a *Lower Upper Bound Approximation* (LUBA) é baseada em ambas as fronteiras.

Na avaliação de opções americanas sobre um ativo subjacente que distribui dividendos discretos, é de evidenciar a aproximação analítica de Black (1975), para o caso de uma opção de compra, e as aproximações analíticas de Johnson (1983) e Blomeyer (1986), para o caso de uma opção de venda. Dado que apenas é racional exercer uma opção de compra americana sobre um ativo subjacente que distribui dividendos, imediatamente antes do pagamento dos dividendos ou na data de maturidade, Black (1975) defende que o valor de uma opção de compra americana é igual ao maior dos valores obtidos através da avaliação de opções de compra europeias com maturidades simuladas nas várias datas de pagamento dos dividendos e na data de maturidade, utilizando o modelo de Black-Scholes, ajustado para a distribuição de dividendos discretos. Reconhecendo que existem fronteiras superior e inferior que se aplicam ao valor de uma opção de venda americana sobre um ativo subjacente que não distribui dividendos, Johnson (1983) indica que o valor de uma opção de venda americana resulta da combinação linear dos valores de duas opções de venda europeias, apurados pelo modelo de Black-Scholes. Seguindo a mesma lógica e com vista a estender a análise no sentido de admitir uma data de pagamento dos dividendos antes da data de maturidade, Blomeyer (1986) refere que o valor de uma opção de venda americana é obtido por interpolação linear a partir do valor de uma opção de venda europeia e do valor de uma opção de venda americana, apurados pelo modelo de Black-Scholes e pela aproximação analítica de Johnson, ajustados para a distribuição de dividendos discretos.

**Anexo 4** - Top 10 das bolsas mundiais, ordenadas por ordem decrescente do número de contratos (em milhões) referentes às opções sobre índices e às opções sobre ações transacionadas durante o ano de 2012.

Ano de 2012	
Opções sobre Índices	
Bolsas Mundiais	Número de Contratos
Korea Exchange	1.575
National SE India	820
EUREX	383
BSE Limited	235
CBOE	194
TAIFEX	109
CME Group	59
Tel Aviv SE	57
JPX (Osaka SE)	49
NYSE Liffe (Europe)	39

**Fonte:** WFE (2013).

Ano de 2012	
Opções sobre Ações	
Bolsas Mundiais	Número de Contratos
BM&FBOVESPA	929
NASDAQ OMX (US)	644
NYSE Euronext (US)	595
CBOE	494
International SE	457
EUREX	215
Australian SE	140
NYSE Liffe (Europe)	113
Boston Options Exchange	95
National SE India	57

**Fonte:** WFE (2013).

**Anexo 5** - Número de contratos e volume de negócios (em milhões de euros) referentes às opções sobre índices e às opções sobre ações transacionadas nas bolsas europeias durante o ano de 2012.

Bolsas Europeias	Ano de 2012			
	Opções sobre Índices		Opções sobre Ações	
	Número de Contratos	Volume de Negócios	Número de Contratos	Volume de Negócios
Athens Derivatives Market	223.416	313,7	35.955	24,1
BME Spanish Exchanges	4.206.058	31.536,8	34.507.360	26.977,8
Vienna Derivatives Market	27.452	10,3	359.943	619,5
EUREX	382.644.416	10.150.507,0	215.454.880	578.856,3
NASDAQ OMX Nordic	12.638.806	116.951,8	28.553.656	34.217,4
Euronext.Liffe	38.584.584	1.943.265,0	112.840.696	262.467,0
Oslo Børs	802.028	434,5	3.361.910	1.804,4
Warsaw Stock Exchange	743.974	3.904,3	0	0

**Fonte:** FESE (2013).

**Anexo 6** - Top 10 das bolsas mundiais, ordenadas por ordem decrescente do volume de negócios (em milhares de milhões de dólares) do mercado acionista durante o ano de 2012 e da capitalização bolsista (em milhares de milhões de dólares) no final do ano de 2012.

Ano de 2012	
Bolsas Mundiais	Volume de Negócios
NYSE Euronext (US)	13.443
NASDAQ OMX (US)	9.784
Tokyo SE Group	3.463
Shanghai SE	2.599
Shenzhen SE	2.369
London SE Group	2.194
NYSE Euronext (Europe)	1.576
Korea Exchange	1.518
TMX Group	1.357
Deutsche Börse	1.276

**Fonte:** WFE (2013).

31.12.2012	
Bolsas Mundiais	Capitalização Bolsista
NYSE Euronext (US)	14.086
NASDAQ OMX (US)	4.582
Tokyo SE Group	3.479
London SE Group	3.397
NYSE Euronext (Europe)	2.832
Hong Kong Exchanges	2.832
Shanghai SE	2.547
TMX Group	2.059
Deutsche Börse	1.486
Australian SE	1.387

**Fonte:** WFE (2013).

**Anexo 7** - Número de transações e volume de negócios (em milhões de euros) do mercado acionista das bolsas europeias durante o ano de 2012 e capitalização bolsista (em milhões de euros) das bolsas europeias no final do ano de 2012.

Bolsas Europeias	Ano de 2012		31.12.2012
	Número de Transações	Volume de Negócios	Capitalização Bolsista
Athens Exchange	6.169.772	12.292,0	34.038,86
BME Spanish Exchanges	40.474.068	660.049,9	754.774,59
Boerse Stuttgart	727.864	11.322,1	n/a
Borsa Istanbul	77.124.576	260.363,1	240.029,46
Bratislava Stock Exchange	12.781	58,4	4.093,85
Bucharest Stock Exchange	637.391	1.010,2	12.088,11
Bulgarian Stock Exchange	59.257	274,5	5.025,02
CEESEG	6.166.732	36.759,8	129.275,72
Cyprus Stock Exchange	160.951	223,5	1.513,78
Deutsche Börse	104.489.552	987.031,9	1.127.369,78
Irish Stock Exchange	1.121.139	7.164,6	82.668,28
London Stock Exchange Group	222.029.000	1.698.195,0	2.576.249,00
Luxembourg Stock Exchange	10.987	102,0	53.351,66
Malta Stock Exchange	5.750	33,4	2.753,92
NASDAQ OMX Nordic	76.181.400	453.612,8	755.252,99
NYSE Euronext	178.282.912	1.220.596,0	2.148.215,00
Oslo Børs	21.057.684	112.922,5	184.130,75
SIX Swiss Exchange	28.633.254	452.209,1	933.132,24
Warsaw Stock Exchange	12.320.492	45.095,8	134.755,48

**Fonte:** FESE (2013) e WFE (2013).

**Nota:** Os dados sobre a *London Stock Exchange Group* são obtidos em WFE (2013), tal como a FESE (2013) procede para o número de transações e para o volume de negócios.

**Anexo 8** - Ações constituintes do FTSE100 em 31 de dezembro de 2012.

Nome do Constituinte	Peso	Setor (ICB)
Aberdeen Asset Management	0,23%	Serviços Financeiros
Admiral Group	0,15%	Seguros do Ramo Não Vida
Aggreko	0,29%	Serviços de Apoio
Amec	0,20%	Extração e Distribuição de Petróleo
Anglo American	1,66%	Mineração
Antofagasta	0,31%	Mineração
ARM Holdings	0,71%	Equipamentos de Tecnologia
Associated British Foods	0,36%	Produção de Alimentos
AstraZeneca	2,43%	Farmacêutica e Biotecnologia
Aviva	0,73%	Seguros do Ramo Vida
Babcock International Group	0,23%	Serviços de Apoio
BAE Systems	0,73%	Aeroespaço e Defesa
Barclays	2,14%	Banca
BG Group	2,28%	Produção de Petróleo e Gás
BHP Billiton	3,01%	Mineração
BP	5,41%	Produção de Petróleo e Gás
British American Tobacco	4,06%	Tabaco
British Land Company	0,33%	Fundos de Investimento Imobiliário
British Sky Broadcasting Group	0,51%	Comunicação Social
BT Group	1,22%	Telecomunicações de Rede Fixa
Bunzl	0,22%	Serviços de Apoio
Burberry Group	0,36%	Artigos Pessoais
Capita	0,33%	Serviços de Apoio
Capital Shopping Centres Group	0,13%	Fundos de Investimento Imobiliário
Carnival	0,29%	Turismo e Lazer

Nome do Constituinte	Peso	Setor (ICB)
Centrica	1,15%	Gás, Água e Serviços Públicos
Compass Group	0,89%	Turismo e Lazer
CRH	0,60%	Construção e Materiais
Croda International	0,21%	Químicos
Diageo	3,01%	Bebidas
Eurasian Natural Resources Corporation	0,05%	Mineração
Evraz	0,06%	Metais Industriais e de Mineração
Experian	0,66%	Serviços de Apoio
Fresnillo	0,20%	Mineração
G4S	0,24%	Serviços de Apoio
GKN	0,25%	Automóveis e Peças
GlaxoSmithKline	4,40%	Farmacêutica e Biotecnologia
Glencore International	0,85%	Mineração
Hammerson	0,23%	Fundos de Investimento Imobiliário
Hargreaves Lansdown	0,10%	Serviços Financeiros
HSBC Holdings	7,97%	Banca
IMI	0,23%	Engenharia Industrial
Imperial Tobacco Group	1,57%	Tabaco
InterContinental Hotels Group	0,31%	Turismo e Lazer
International Airlines Group	0,20%	Turismo e Lazer
Intertek Group	0,33%	Serviços de Apoio
ITV	0,25%	Comunicação Social
Johnson Matthey	0,33%	Químicos
Kazakhmys	0,11%	Mineração
Kingfisher	0,45%	Comércio a Retalho em Geral
Land Securities Group	0,42%	Fundos de Investimento Imobiliário
Legal & General Group	0,57%	Seguros do Ramo Vida

Nome do Constituinte	Peso	Setor (ICB)
Lloyds Banking Group	1,33%	Banca
Marks & Spencer Group	0,41%	Comércio a Retalho em Geral
Meggitt	0,20%	Aeroespaço e Defesa
Melrose Industries	0,19%	Engenharia Industrial
Morrison Supermarkets	0,39%	Retalho de Alimentos e Fármacos
National Grid	1,71%	Gás, Água e Serviços Públicos
Next	0,38%	Comércio a Retalho em Geral
Old Mutual	0,58%	Seguros do Ramo Vida
Pearson	0,65%	Comunicação Social
Petrofac	0,28%	Extração e Distribuição de Petróleo
Polymetal International	0,15%	Mineração
Prudential	1,48%	Seguros do Ramo Vida
Randgold Resources	0,37%	Mineração
Reckitt Benckiser Group	1,67%	Artigos de Casa e de Construção
Reed Elsevier	0,52%	Comunicação Social
Resolution	0,23%	Seguros do Ramo Vida
Rexam	0,26%	Indústria em Geral
Rio Tinto	2,93%	Mineração
Rolls-Royce Holdings	1,09%	Aeroespaço e Defesa
Royal Bank of Scotland Group	0,44%	Banca
Royal Dutch Shell - A shares	5,31%	Produção de Petróleo e Gás
Royal Dutch Shell - B shares	3,85%	Produção de Petróleo e Gás
RSA Insurance Group	0,30%	Seguros do Ramo Não Vida
SABMiller	1,77%	Bebidas
Sage Group	0,24%	<i>Software</i> e Serviços de Computador
Sainsbury	0,32%	Retalho de Alimentos e Fármacos
Schroders	0,13%	Serviços Financeiros

Nome do Constituinte	Peso	Setor (ICB)
Serco Group	0,18%	Serviços de Apoio
Severn Trent	0,25%	Gás, Água e Serviços Públicos
Shire	0,71%	Farmacêutica e Biotecnologia
Smith & Nephew	0,41%	Equipamentos e Serviços Médicos
Smiths Group	0,31%	Indústria em Geral
SSE	0,91%	Eletricidade
Standard Chartered	2,08%	Banca
Standard Life	0,52%	Seguros do Ramo Vida
Tate & Lyle	0,24%	Produção de Alimentos
Tesco	1,81%	Retalho de Alimentos e Fármacos
TUI Travel	0,10%	Turismo e Lazer
Tullow Oil	0,76%	Produção de Petróleo e Gás
Unilever	1,91%	Produção de Alimentos
United Utilities Group	0,31%	Gás, Água e Serviços Públicos
Vedanta Resources	0,08%	Mineração
Vodafone Group	5,10%	Telecomunicações de Rede Móvel
Weir Group	0,27%	Engenharia Industrial
Whitbread	0,29%	Turismo e Lazer
Wolseley	0,53%	Serviços de Apoio
Wood Group	0,17%	Extração e Distribuição de Petróleo
WPP	0,75%	Comunicação Social
Xstrata	1,15%	Mineração

**Fonte:** FTSE (2013).

**Nota:** O somatório das ponderações apresentadas na tabela é igual a 99,98%, pois, conforme explicado em FTSE (2013), estes valores são arredondados para as duas casas decimais mais próximas, pelo que os dados relativos às ponderações são indicativos.

**Anexo 9** - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra sobre o FTSE100, em função do mês de maturidade.

Condição de Fronteira Inferior	$c \geq \max(0, S_0 e^{-yT} - Ke^{-rT})$			
	Amostra	Desvios: $c < \max(0, S_0 e^{-yT} - Ke^{-rT})$		
	Número	Número %	Máximo Mínimo	Média Desvio Padrão
<b>FTSE100</b>	96.684	4.760 4,92%	2.792,87£ 0,05£	163,04£ 308,81£
Janeiro	3.810	94 2,47%	97,56£ 1,84£	57,57£ 30,45£
Fevereiro	3.321	444 13,37%	205,58£ 0,12£	108,83£ 59,03£
Março	18.198	1.105 6,07%	643,45£ 0,27£	122,12£ 93,12£
Abril	3.363	155 4,61%	284,23£ 2,15£	83,01£ 65,29£
Maiο	3.354	440 13,12%	2.792,87£ 0,06£	644,73£ 828,23£
Junho	18.375	1.101 5,99%	1.167,48£ 0,05£	132,18£ 114,41£
Julho	3.451	51 1,48%	43,42£ 6,36£	34,30£ 9,53£
Agosto	3.151	471 14,95%	331,27£ 0,58£	156,94£ 87,89£
Setembro	16.397	586 3,57%	1.203,47£ 0,05£	92,97£ 101,80£
Outubro	3.126	24 0,77%	114,96£ 0,56£	29,38£ 27,43£
Novembro	2.906	182 6,26%	146,11£ 0,16£	57,18£ 44,67£
Dezembro	17.232	107 0,62%	215,42£ 1,45£	37,70£ 37,67£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Anexo 10** - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra sobre o FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção.

FTSE100	Desvios: $c < \max(0, S_0 e^{-yT} - K e^{-rT})$			
Tempo até à Maturidade	Grau de <i>Moneyness</i>			
	<i>In the Money</i>	<i>At the Money</i>	<i>Out of the Money</i>	Total
T ≤ 1 Mês	6.372	204	4.575	11.151
	1.857/29,14%	0/0,00%	0/0,00%	1.857/16,65%
	1.353,81£	0£	0£	1.353,81£
	102,17£	0£	0£	102,17£
	104,11£	0£	0£	104,11£
1 Mês < T T ≤ 3 Meses	12.622	504	9.599	22.725
	1.803/14,28%	0/0,00%	0/0,00%	1.803/7,93%
	2.792,87£	0£	0£	2.792,87£
	216,87£	0£	0£	216,87£
	429,51£	0£	0£	429,51£
3 Meses < T T ≤ 6 Meses	8.129	416	6.841	15.386
	596/7,33%	0/0,00%	0/0,00%	596/3,87%
	2.044,32£	0£	0£	2.044,32£
	229,33£	0£	0£	229,33£
	355,17£	0£	0£	355,17£
T > 6 Meses	25.125	1.511	20.786	47.422
	504/2,01%	0/0,00%	0/0,00%	504/1,06%
	1.203,47£	0£	0£	1.203,47£
	116,32£	0£	0£	116,32£
	143,83£	0£	0£	143,83£
Total	52.248	2.635	41.801	96.684
	4.760/9,11%	0/0,00%	0/0,00%	4.760/4,92%
	2.792,87£	0£	0£	2.792,87£
	163,04£	0£	0£	163,04£
	308,81£	0£	0£	308,81£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Nota:** Para cada grau de *moneyness* e tempo até à maturidade da opção são indicados o número de observações da amostra, o número de desvios / a percentagem de desvios, o máximo, a média e o desvio padrão dos desvios, por esta ordem. De mencionar que o desvio mínimo é sempre inferior a 0,20£.

**Anexo 11** - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de venda sobre o FTSE100, em função do mês de maturidade.

Condição de Fronteira Inferior	$p \geq \max(0, Ke^{-rT} - S_0e^{-yT})$			
	Amostra	Desvios: $p < \max(0, Ke^{-rT} - S_0e^{-yT})$		
	Número	Número %	Máximo Mínimo	Média Desvio Padrão
<b>FTSE100</b>	96.685	12.368 12,79%	2.211,85£ 0,01£	278,12£ 288,57£
Janeiro	3.810	557 14,62%	405,00£ 0,73£	174,68£ 102,74£
Fevereiro	3.321	296 8,91%	386,31£ 0,06£	155,18£ 102,89£
Março	18.198	2.224 12,22%	1.822,68£ 0,01£	334,56£ 318,77£
Abril	3.364	286 8,50%	195,85£ 0,90£	67,70£ 51,13£
Maiο	3.354	107 3,19%	67,80£ 0,01£	19,43£ 13,56£
Junho	18.375	1.881 10,24%	1.764,51£ 0,01£	343,31£ 325,79£
Julho	3.451	885 25,64%	368,39£ 0,65£	127,75£ 72,99£
Agosto	3.151	74 2,35%	160,89£ 1,90£	43,01£ 37,68£
Setembro	16.397	2.111 12,87%	2.211,85£ 0,02£	325,98£ 303,48£
Outubro	3.126	504 16,12%	336,20£ 0,08£	110,92£ 73,98£
Novembro	2.906	319 10,98%	285,88£ 0,32£	82,59£ 65,34£
Dezembro	17.232	3.124 18,13%	1.653,72£ 0,07£	319,67£ 302,32£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Anexo 12** - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de venda sobre o FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção.

FTSE100	Desvios: $p < \max(0, Ke^{-rT} - S_0e^{-yT})$			
Tempo até à Maturidade	Grau de <i>Moneyness</i>			
	<i>In the Money</i>	<i>At the Money</i>	<i>Out of the Money</i>	Total
T ≤ 1 Mês	4.575	204	6.372	11.151
	1.528/33,40%	0/0,00%	0/0,00%	1.528/13,70%
	265,90£	0£	0£	265,90£
	82,61£	0£	0£	82,61£
	55,62£	0£	0£	55,62£
1 Mês < T T ≤ 3 Meses	9.600	504	12.622	22.726
	2.467/25,70%	0/0,00%	0/0,00%	2.467/10,86%
	405,00£	0£	0£	405,00£
	125,99£	0£	0£	125,99£
	91,15£	0£	0£	91,15£
3 Meses < T T ≤ 6 Meses	6.841	416	8.129	15.386
	1.717/25,10%	0/0,00%	0/0,00%	1.717/11,16%
	409,82£	0£	0£	409,82£
	133,83£	0£	0£	133,83£
	90,12£	0£	0£	90,12£
T > 6 Meses	20.786	1.511	25.125	47.422
	6.656/32,02%	0/0,00%	0/0,00%	6.656/14,04%
	2.211,85£	0£	0£	2.211,85£
	416,61£	0£	0£	416,61£
	327,04£	0£	0£	327,04£
Total	41.802	2.635	52.248	96.685
	12.368/29,59%	0/0,00%	0/0,00%	12.368/12,79%
	2.211,85£	0£	0£	2.211,85£
	278,12£	0£	0£	278,12£
	288,57£	0£	0£	288,57£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Nota:** Para cada grau de *moneyness* e tempo até à maturidade da opção são indicados o número de observações da amostra, o número de desvios / a percentagem de desvios, o máximo, a média e o desvio padrão dos desvios, por esta ordem. De mencionar que o desvio mínimo é sempre inferior a 0,05£.

**Anexo 13** - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do mês de maturidade.

Condição de Fronteira Inferior	$C \geq \max(0, S_0 - K, S_0 e^{-yT} - Ke^{-rT})$			
	Amostra	Desvios: $C < \max(0, S_0 - K, S_0 e^{-yT} - Ke^{-rT})$		
	Número	Número %	Máximo Mínimo	Média Desvio Padrão
<b>Ações do FTSE100</b>	795.542	9.167 1,15%	313,80£ 0,01£	19,34£ 43,38£
Janeiro	19.837	159 0,80%	41,00£ 0,01£	9,29£ 12,74£
Fevereiro	20.261	298 1,47%	50,00£ 0,05£	12,50£ 15,03£
Março	138.654	1.728 1,25%	313,80£ 0,01£	12,00£ 16,29£
Abril	18.593	123 0,66%	50,00£ 0,05£	6,68£ 13,13£
Maio	17.863	97 0,54%	17,00£ 0,05£	1,18£ 2,86£
Junho	164.154	2.403 1,46%	275,00£ 0,01£	18,48£ 26,69£
Julho	19.491	109 0,56%	135,00£ 0,07£	1,92£ 12,87£
Agosto	19.329	195 1,01%	50,00£ 0,10£	1,12£ 3,90£
Setembro	138.897	1.260 0,91%	230,00£ 0,01£	7,41£ 13,93£
Outubro	20.972	284 1,35%	11,27£ 0,02£	0,62£ 0,78£
Novembro	19.971	251 1,26%	1,13£ 0,02£	0,58£ 0,30£
Dezembro	197.520	2.260 1,14%	275,00£ 0,01£	42,45£ 75,42£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Anexo 14** - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de compra sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção.

Ações do FTSE100	Desvios: $C < \max(0, S_0 - K, S_0 e^{-yT} - Ke^{-rT})$			
Tempo até à Maturidade	Grau de <i>Moneyness</i>			
	<i>In the Money</i>	<i>At the Money</i>	<i>Out of the Money</i>	Total
$T \leq 1$ Mês	60.801 3.277/5,39% 275,00£ 8,83£ 33,04£	9.087 1/0,01% 1,14£ 1,14£ -	52.414 0/0,00% 0£ 0£ 0£	122.302 3.278/2,68% 275,00£ 8,82£ 33,03£
1 Mês < T $T \leq 3$ Meses	125.543 2.702/2,15% 275,00£ 30,81£ 61,46£	21.877 0/0,00% 0£ 0£ 0£	111.023 0/0,00% 0£ 0£ 0£	258.443 2.702/1,05% 275,00£ 30,81£ 61,46£
3 Meses < T $T \leq 6$ Meses	77.667 1.200/1,55% 313,80£ 26,50£ 44,61£	17.291 0/0,00% 0£ 0£ 0£	72.348 0/0,00% 0£ 0£ 0£	167.306 1.200/0,72% 313,80£ 26,50£ 44,61£
$T > 6$ Meses	109.737 1.987/1,81% 203,80£ 16,77£ 12,12£	34.923 0/0,00% 0£ 0£ 0£	102.831 0/0,00% 0£ 0£ 0£	247.491 1.987/0,80% 203,80£ 16,77£ 12,12£
Total	373.748 9.166/2,45% 313,80£ 19,34£ 43,38£	83.178 1/0,00% 1,14£ 1,14£ -	338.616 0/0,00% 0£ 0£ 0£	795.542 9.167/1,15% 313,80£ 19,34£ 43,38£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Nota:** Para cada grau de *moneyness* e tempo até à maturidade da opção são indicados o número de observações da amostra, o número de desvios / a percentagem de desvios, o máximo, a média e o desvio padrão dos desvios, por esta ordem. De mencionar que o desvio mínimo é sempre inferior a 0,02£ (exceto nas opções *at the money* com tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês em que é 1,14£).

**Anexo 15** - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do mês de maturidade.

Condição de Fronteira Inferior	$P \geq \max(0, K - S_0, Ke^{-rT} - S_0e^{-yT})$			
	Amostra	Desvios: $P < \max(0, K - S_0, Ke^{-rT} - S_0e^{-yT})$		
	Número	Número %	Máximo Mínimo	Média Desvio Padrão
<b>Ações do FTSE100</b>	795.550	85.165 10,71%	1.102,45£ 0,01£	36,92£ 64,71£
Janeiro	19.837	3.370 16,99%	335,89£ 0,02£	29,37£ 48,62£
Fevereiro	20.261	2.452 12,10%	252,36£ 0,02£	17,69£ 28,08£
Março	138.657	14.010 10,10%	582,78£ 0,01£	30,33£ 37,41£
Abril	18.594	2.725 14,66%	350,81£ 0,03£	29,47£ 47,16£
Maio	17.864	2.477 13,87%	378,58£ 0,04£	32,16£ 54,45£
Junho	164.154	13.928 8,48%	887,03£ 0,01£	37,75£ 59,46£
Julho	19.491	4.289 22,01%	383,39£ 0,01£	28,41£ 48,11£
Agosto	19.330	2.139 11,07%	87,02£ 0,02£	13,20£ 12,52£
Setembro	138.897	12.387 8,92%	556,72£ 0,01£	31,67£ 47,65£
Outubro	20.973	3.009 14,35%	351,24£ 0,01£	36,86£ 51,06£
Novembro	19.971	3.150 15,77%	410,05£ 0,01£	32,78£ 54,96£
Dezembro	197.521	21.229 10,75%	1.102,45£ 0,01£	53,44£ 96,85£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Anexo 16** - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior para o preço das opções de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção.

Ações do FTSE100	Desvios: $P < \max(0, K - S_0, Ke^{-rT} - S_0e^{-yT})$			
Tempo até à Maturidade	Grau de <i>Moneyness</i>			
	<i>In the Money</i>	<i>At the Money</i>	<i>Out of the Money</i>	Total
T ≤ 1 Mês	52.420	9.085	60.801	122.306
	29.408/56,10%	3/0,03%	0/0,00%	29.411/24,05%
	350,81£	25,60£	0£	350,81£
	15,67£	18,01£	0£	15,67£
	23,92£	11,40£	0£	23,91£
1 Mês < T T ≤ 3 Meses	111.032	21.877	125.538	258.447
	32.985/29,71%	0/0,00%	0/0,00%	32.985/12,76%
	424,83£	0£	0£	424,83£
	40,66£	0£	0£	40,66£
	53,74£	0£	0£	53,74£
3 Meses < T T ≤ 6 Meses	72.356	17.292	77.658	167.306
	13.509/18,67%	0/0,00%	0/0,00%	13.509/8,07%
	633,47£	0£	0£	633,47£
	53,01£	0£	0£	53,01£
	75,82£	0£	0£	75,82£
T > 6 Meses	102.848	34.928	109.715	247.491
	9.260/9,00%	0/0,00%	0/0,00%	9.260/3,74%
	1.102,45£	0£	0£	1.102,45£
	67,58£	0£	0£	67,58£
	123,37£	0£	0£	123,37£
Total	338.656	83.182	373.712	795.550
	85.162/25,15%	3/0,00%	0/0,00%	85.165/10,71%
	1.102,45£	25,60£	0£	1.102,45£
	36,92£	18,01£	0£	36,92£
	64,71£	11,40£	0£	64,71£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Nota:** Para cada grau de *moneyness* e tempo até à maturidade da opção são indicados o número de observações da amostra, o número de desvios / a percentagem de desvios, o máximo, a média e o desvio padrão dos desvios, por esta ordem. De mencionar que o desvio mínimo é sempre inferior a 0,02£ (exceto nas opções *at the money* com tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês em que é 4,90£).

**Anexo 17** - Síntese dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda sobre o FTSE100, em função do mês de maturidade.

Paridade <i>Put-Call</i>	$c - p = S_0e^{-yT} - Ke^{-rT}$			
	Amostra	Desvios: $c - p < S_0e^{-yT} - Ke^{-rT}$		
	Número	Número %	Máximo Mínimo	Média Desvio Padrão
<b>FTSE100</b>	96.684	26.412 27,32%	3.457,87£ 0,01£	136,81£ 208,56£
Janeiro	3.810	242 6,35%	99,13£ 12,91£	69,61£ 31,24£
Fevereiro	3.321	1.353 40,74%	209,42£ 0,03£	113,71£ 60,05£
Março	18.198	3.870 21,27%	713,45£ 0,02£	128,00£ 96,62£
Abril	3.363	1.695 50,40%	330,87£ 0,02£	119,33£ 82,67£
Maiο	3.354	2.911 86,79%	3.457,87£ 0,04£	290,53£ 543,56£
Junho	18.375	5.722 31,14%	1.272,48£ 0,03£	145,12£ 112,97£
Julho	3.451	362 10,49%	99,20£ 0,05£	43,86£ 23,65£
Agosto	3.151	2.732 86,70%	336,27£ 0,22£	141,83£ 88,40£
Setembro	16.397	4.679 28,54%	1.683,47£ 0,03£	104,94£ 90,86£
Outubro	3.126	516 16,51%	134,96£ 0,01£	52,17£ 30,68£
Novembro	2.906	1.147 39,47%	172,16£ 0,17£	69,29£ 47,85£
Dezembro	17.232	1.183 6,87%	315,42£ 0,08£	57,73£ 56,79£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Anexo 18** - Síntese dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda sobre o FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção.

FTSE100	Desvios: $c - p < S_0 e^{-yT} - K e^{-rT}$			
Tempo até à Maturidade	Grau de <i>Moneyness</i>			
	Call ITM Put OTM	Call ATM Put ATM	Call OTM Put ITM	Total
T ≤ 1 Mês	6.372	204	4.575	11.151
	3.254/51,07%	103/50,49%	2.242/49,01%	5.599/50,21%
	2.139,02£	332,11£	332,72£	2.139,02£
	120,75£	108,19£	102,94£	113,39£
	147,56£	76,61£	74,79£	122,78£
1 Mês < T T ≤ 3 Meses	12.622	504	9.599	22.725
	6.401/50,71%	232/46,03%	4.291/44,70%	10.924/48,07%
	3.457,87£	367,03£	370,36£	3.457,87£
	167,19£	115,00£	115,29£	145,70£
	336,41£	81,04£	80,69£	263,93£
3 Meses < T T ≤ 6 Meses	8.129	416	6.841	15.386
	3.420/42,07%	157/37,74%	2.298/33,59%	5.875/38,18%
	2.709,32£	467,59£	466,86£	2.709,32£
	183,82£	149,98£	140,52£	165,98£
	248,70£	113,56£	110,71£	203,92£
T > 6 Meses	25.125	1.511	20.786	47.422
	3.206/12,76%	74/4,90%	734/3,53%	4.014/8,46%
	1.683,47£	317,41£	320,25£	1.683,47£
	107,03£	94,22£	84,17£	102,62£
	113,55£	73,07£	69,98£	106,62£
Total	52.248	2.635	41.801	96.684
	16.281/31,16%	566/21,48%	9.565/22,88%	26.412/27,32%
	3.457,87£	467,59£	466,86£	3.457,87£
	149,56£	120,75£	116,07£	136,81£
	255,46£	91,47£	88,39£	208,56£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Legenda:** ITM - *in the money*; ATM - *at the money*; OTM - *out of the money*.

**Nota:** Para cada grau de *moneyness* e tempo até à maturidade da opção são indicados o número de observações da amostra, o número de desvios / a percentagem de desvios, o máximo, a média e o desvio padrão dos desvios, por esta ordem. De mencionar que o desvio mínimo é sempre inferior a 1,50£ (exceto nas opções *at the money* com tempo até à maturidade superior a três meses e inferior ou igual a seis meses em que é 4,03£).

**Anexo 19** - Síntese dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda sobre o FTSE100, em função do mês de maturidade.

Paridade <i>Put-Call</i>	$c - p = S_0 e^{-yT} - K e^{-rT}$			
	Amostra	Desvios: $c - p > S_0 e^{-yT} - K e^{-rT}$		
	Número	Número %	Máximo Mínimo	Média Desvio Padrão
<b>FTSE100</b>	96.684	70.272 72,68%	2.246,85£ 0,01£	293,48£ 264,53£
Janeiro	3.810	3.568 93,65%	410,00£ 22,06£	211,76£ 98,22£
Fevereiro	3.321	1.968 59,26%	387,31£ 0,01£	189,15£ 105,35£
Março	18.198	14.328 78,73%	1.827,68£ 0,05£	318,92£ 283,75£
Abril	3.363	1.668 49,60%	196,85£ 0,23£	71,19£ 50,61£
Maiο	3.354	443 13,21%	646,72£ 0,01£	29,42£ 61,83£
Junho	18.375	12.653 68,86%	1.893,34£ 0,04£	360,73£ 324,94£
Julho	3.451	3.089 89,51%	371,06£ 0,04£	138,24£ 74,41£
Agosto	3.151	419 13,30%	161,89£ 0,58£	52,07£ 39,87£
Setembro	16.397	11.718 71,46%	2.246,85£ 0,01£	318,36£ 246,85£
Outubro	3.126	2.610 83,49%	337,20£ 0,01£	132,28£ 76,80£
Novembro	2.906	1.759 60,53%	290,88£ 0,01£	105,27£ 72,78£
Dezembro	17.232	16.049 93,13%	1.698,72£ 0,02£	343,96£ 262,63£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Anexo 20** - Síntese dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda sobre o FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção.

FTSE100	Desvios: $c - p > S_0 e^{-yT} - K e^{-rT}$			
Tempo até à Maturidade	Grau de <i>Moneyness</i>			
	Call ITM Put OTM	Call ATM Put ATM	Call OTM Put ITM	Total
T ≤ 1 Mês	6.372	204	4.575	11.151
	3.118/48,93%	101/49,51%	2.333/50,99%	5.552/49,79%
	646,72£	258,79£	266,90£	646,72£
	94,15£	93,81£	91,89£	93,19£
	60,91£	58,56£	58,11£	59,71£
1 Mês < T T ≤ 3 Meses	12.622	504	9.599	22.725
	6.221/49,29%	272/53,97%	5.308/55,30%	11.801/51,93%
	396,71£	395,74£	410,00£	410,00£
	146,25£	147,98£	151,00£	148,43£
	97,82£	99,60£	102,62£	100,07£
3 Meses < T T ≤ 6 Meses	8.129	416	6.841	15.386
	4.709/57,93%	259/62,26%	4.543/66,41%	9.511/61,82%
	416,95£	415,48£	427,57£	427,57£
	138,40£	141,52£	150,60£	144,31£
	92,58£	92,18£	93,17£	93,04£
T > 6 Meses	25.125	1.511	20.786	47.422
	21.919/87,24%	1.437/95,10%	20.052/96,47%	43.408/91,54%
	1.299,27£	1.313,11£	2.246,85£	2.246,85£
	300,67£	411,98£	488,71£	391,22£
	226,82£	262,17£	316,01£	287,97£
Total	52.248	2.635	41.801	96.684
	35.967/68,84%	2.069/78,52%	32.236/77,12%	70.272/72,68%
	1.299,27£	1.313,11£	2.246,85£	2.246,85£
	234,81£	327,89£	356,73£	293,48£
	203,43£	257,78£	306,90£	264,53£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Legenda:** ITM - *in the money*; ATM - *at the money*; OTM - *out of the money*.

**Nota:** Para cada grau de *moneyness* e tempo até à maturidade da opção são indicados o número de observações da amostra, o número de desvios / a percentagem de desvios, o máximo, a média e o desvio padrão dos desvios, por esta ordem. De mencionar que o desvio mínimo é sempre inferior a 1,00£ (exceto nas opções *at the money* com tempo até à maturidade inferior ou igual a um mês em que é 2,88£).

**Anexo 21** - Síntese dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do mês de maturidade.

Paridade <i>Put-Call</i>	$C - P \geq S_0 e^{-yT} - K$			
	Amostra	Desvios: $C - P < S_0 e^{-yT} - K$		
	Número	Número %	Máximo Mínimo	Média Desvio Padrão
<b>Ações do FTSE100</b>	788.710	137.942 17,49%	2.739,41£ 0,01£	62,86£ 104,09£
Janeiro	19.837	2.136 10,77%	96,09£ 0,04£	19,31£ 21,35£
Fevereiro	20.261	2.120 10,46%	1.193,14£ 0,07£	152,09£ 285,06£
Março	138.654	19.425 14,01%	1.069,48£ 0,01£	80,56£ 140,18£
Abril	18.593	5.569 29,95%	905,86£ 0,02£	93,68£ 141,32£
Maio	17.863	6.473 36,24%	610,22£ 0,01£	56,13£ 67,19£
Junho	163.384	32.148 19,68%	2.739,41£ 0,01£	56,69£ 81,28£
Julho	19.491	1.565 8,03%	268,82£ 0,02£	33,10£ 31,21£
Agosto	19.329	4.385 22,69%	520,63£ 0,01£	68,48£ 95,26£
Setembro	137.211	30.899 22,52%	514,23£ 0,01£	58,90£ 71,55£
Outubro	20.972	4.855 23,15%	265,93£ 0,01£	43,19£ 57,85£
Novembro	19.971	4.134 20,70%	247,49£ 0,01£	36,36£ 48,84£
Dezembro	193.144	24.233 12,55%	1.442,50£ 0,01£	62,01£ 115,04£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Anexo 22** - Síntese dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção.

Ações do FTSE100	Desvios: $C - P < S_0 e^{-yT} - K$			
Tempo até à Maturidade	Grau de <i>Moneyness</i>			
	Call ITM Put OTM	Call ATM Put ATM	Call OTM Put ITM	Total
T ≤ 1 Mês	60.670	9.087	52.239	121.996
	5.263/8,67%	1.319/14,52%	6.854/13,12%	13.436/11,01%
	571,86£	1.064,14£	1.193,14£	1.193,14£
	24,07£	86,58£	102,34£	70,14£
	56,40£	135,60£	159,63£	132,04£
1 Mês < T T ≤ 3 Meses	125.168	21.877	110.642	257.687
	18.070/14,44%	6.710/30,67%	35.678/32,25%	60.458/23,46%
	712,55£	1.010,48£	1.081,58£	1.081,58£
	44,95£	70,90£	79,92£	68,47£
	66,75£	106,97£	117,75£	105,01£
3 Meses < T T ≤ 6 Meses	77.111	17.246	71.817	166.174
	7.482/9,70%	4.238/24,57%	20.129/28,03%	31.849/19,17%
	465,23£	560,51£	738,25£	738,25£
	45,37£	56,47£	59,52£	55,79£
	54,44£	75,14£	83,87£	76,99£
T > 6 Meses	107.733	34.235	100.885	242.853
	9.400/8,73%	5.233/15,29%	17.566/17,41%	32.199/13,26%
	774,49£	1.442,50£	2.739,41£	2.739,41£
	47,63£	73,30£	55,85£	56,28£
	79,57£	178,33£	98,72£	111,36£
Total	370.682	82.445	335.583	788.710
	40.215/10,85%	17.500/21,23%	80.227/23,91%	137.942/17,49%
	774,49£	1.442,50£	2.739,41£	2.739,41£
	42,92£	69,31£	71,45£	62,86£
	67,11£	129,29£	111,55£	104,09£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Legenda:** ITM - *in the money*; ATM - *at the money*; OTM - *out of the money*.

**Nota:** Para cada grau de *moneyness* e tempo até à maturidade da opção são indicados o número de observações da amostra, o número de desvios / a percentagem de desvios, o máximo, a média e o desvio padrão dos desvios, por esta ordem. De mencionar que o desvio mínimo é sempre inferior a 0,02£.

**Anexo 23** - Síntese dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do mês de maturidade.

Paridade <i>Put-Call</i>	$S_0 - Ke^{-rT} \geq C - P$			
	Amostra	Desvios: $S_0 - Ke^{-rT} < C - P$		
	Número	Número %	Máximo Mínimo	Média Desvio Padrão
<b>Ações do FTSE100</b>	788.710	231.216 29,32%	1.510,41£ 0,01£	12,38£ 40,65£
Janeiro	19.837	12.878 64,92%	112,34£ 0,01£	5,00£ 6,42£
Fevereiro	20.261	13.160 64,95%	46,11£ 0,01£	5,00£ 6,39£
Março	138.654	46.703 33,68%	560,76£ 0,01£	16,66£ 48,25£
Abril	18.593	8.507 45,75%	570,23£ 0,01£	4,11£ 14,32£
Maio	17.863	6.748 37,78%	493,59£ 0,01£	6,55£ 15,92£
Junho	163.384	36.728 22,48%	767,20£ 0,01£	18,08£ 44,81£
Julho	19.491	12.375 63,49%	171,75£ 0,01£	4,73£ 8,23£
Agosto	19.329	7.963 41,20%	177,41£ 0,01£	3,24£ 5,73£
Setembro	137.211	28.702 20,92%	286,07£ 0,01£	15,08£ 40,64£
Outubro	20.972	8.459 40,33%	46,19£ 0,01£	2,45£ 2,79£
Novembro	19.971	8.808 44,10%	81,33£ 0,01£	3,30£ 4,07£
Dezembro	193.144	40.185 20,81%	1.510,41£ 0,01£	16,05£ 58,70£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Anexo 24** - Síntese dos desvios da paridade *put-call* para o preço das opções de compra e de venda sobre as ações constituintes do FTSE100, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção.

Ações do FTSE100	Desvios: $S_0 - Ke^{-rT} < C - P$			
Tempo até à Maturidade	Grau de <i>Moneyness</i>			
	Call ITM Put OTM	Call ATM Put ATM	Call OTM Put ITM	Total
T ≤ 1 Mês	60.670	9.087	52.239	121.996
	29.192/48,12%	5.216/57,40%	21.628/41,40%	56.036/45,93%
	570,23£	374,27£	373,32£	570,23£
	5,04£	4,45£	4,46£	4,76£
	25,08£	20,78£	23,39£	24,07£
1 Mês < T T ≤ 3 Meses	125.168	21.877	110.642	257.687
	64.195/51,29%	11.560/52,84%	41.837/37,81%	117.592/45,63%
	515,97£	354,91£	370,84£	515,97£
	8,71£	8,76£	8,17£	8,52£
	26,90£	22,74£	26,28£	26,30£
3 Meses < T T ≤ 6 Meses	77.111	17.246	71.817	166.174
	21.178/27,46%	4.630/26,85%	15.491/21,57%	41.299/24,85%
	550,05£	540,65£	560,76£	560,76£
	21,62£	21,59£	18,15£	20,32£
	45,50£	40,78£	40,87£	43,33£
T > 6 Meses	107.733	34.235	100.885	242.853
	6.590/6,12%	2.513/7,34%	7.186/7,12%	16.289/6,71%
	767,42£	895,32£	1.510,41£	1.510,41£
	40,81£	47,53£	51,07£	46,37£
	73,55£	99,12£	120,13£	100,46£
Total	370.682	82.445	335.583	788.710
	121.155/32,68%	23.919/29,01%	86.142/25,67%	231.216/29,32%
	767,42£	895,32£	1.510,41£	1.510,41£
	11,83£	14,38£	12,61£	12,38£
	35,63£	43,13£	46,17£	40,65£

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Legenda:** ITM - *in the money*; ATM - *at the money*; OTM - *out of the money*.

**Nota:** Para cada grau de *moneyness* e tempo até à maturidade da opção são indicados o número de observações da amostra, o número de desvios / a percentagem de desvios, o máximo, a média e o desvio padrão dos desvios, por esta ordem. De mencionar que o desvio mínimo é sempre inferior a 0,02£.

**Anexo 25** - Síntese dos desvios entre o preço das opções de compra sobre o FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Black-Scholes-Merton, em função do mês de maturidade.

Modelo de Black & Scholes & Merton	Desvios: $D = \text{Preço} - \text{Valor}$ & $d = D / \text{Preço}$					
	Amostra	$d < -15\%$ $d > 15\%$	$ d  > 15\%$	$D < 0$ $D > 0$	$D \neq 0$	$D \neq 0$ $d \neq 0$
	Número	Número	Número %	Número	Número %	Média
<b>FTSE100</b>	96.684	15.634 35.363	50.997 52,75%	25.655 71.028	96.683 99,99%	390,72£ -120,38%
Janeiro	3.810	120 2.285	2.405 63,12%	249 3.561	3.810 100,00%	497,20£ 21,15%
Fevereiro	3.321	78 1.873	1.951 58,75%	564 2.757	3.321 100,00%	388,18£ 22,18%
Março	18.198	3.466 5.632	9.098 49,99%	5.760 12.438	18.198 100,00%	383,68£ -303,19%
Abril	3.363	687 746	1.433 42,61%	1.080 2.283	3.363 100,00%	158,81£ -27,77%
Maió	3.354	1.062 305	1.367 40,76%	1.729 1.625	3.354 100,00%	-60,83£ -62,13%
Junho	18.375	4.292 4.883	9.175 49,93%	6.808 11.566	18.374 99,99%	367,74£ -175,92%
Julho	3.451	550 1.503	2.053 59,49%	744 2.707	3.451 100,00%	194,18£ -26,43%
Agosto	3.151	431 1.203	1.634 51,86%	1.152 1.999	3.151 100,00%	117,43£ -0,86%
Setembro	16.397	2.852 5.738	8.590 52,39%	4.352 12.045	16.397 100,00%	436,24£ -115,68%
Outubro	3.126	43 1.794	1.837 58,77%	102 3.024	3.126 100,00%	276,21£ 24,27%
Novembro	2.906	280 1.083	1.363 46,90%	634 2.272	2.906 100,00%	185,75£ 8,14%
Dezembro	17.232	1.773 8.318	10.091 58,56%	2.481 14.751	17.232 100,00%	634,09£ -49,34%

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Anexo 26** - Síntese dos desvios entre o preço das opções de compra sobre o FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Black-Scholes-Merton, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção.

FTSE100	Desvios do Preço face ao Valor (Opções de Compra)			
Tempo até à Maturidade	Grau de <i>Moneyness</i>			
	<i>In the Money</i>	<i>At the Money</i>	<i>Out of the Money</i>	Total
T ≤ 1 Mês	6.372	204	4.575	11.151
	45/547	28/109	800/3.366	873/4.022
	2.207/4.165	52/152	979/3.596	3.238/7.913
	66,59£	118,69£	16,01£	46,79£
	3,43%	17,50%	34,78%	16,55%
1 Mês < T T ≤ 3 Meses	12.622	504	9.599	22.725
	180/2.621	53/313	2.476/6.105	2.709/9.039
	2.372/10.250	108/396	2.904/6.694	5.384/17.340
	282,51£	320,57£	68,25£	192,86£
	7,49%	18,02%	-46,25%	-14,97%
3 Meses < T T ≤ 6 Meses	8.129	416	6.841	15.386
	27/2.564	1/302	1.691/4.402	1.719/7.268
	654/7.475	39/377	2.043/4.798	2.736/12.650
	613,19£	658,94£	163,78£	414,61£
	11,27%	25,94%	-50,82%	-15,94%
T > 6 Meses	25.125	1.511	20.786	47.422
	197/7.234	191/738	9.945/7.062	10.333/15.034
	2.157/22.968	432/1.079	11.708/9.078	14.297/33.125
	1.029,43£	627,22£	-15,39£	558,65£
	10,54%	12,81%	-554,31%	-236,97%
Total	52.248	2.635	41.801	96.684
	449/12.966	273/1.462	14.912/20.935	15.634/35.363
	7.390/44.858	631/2.004	17.634/24.166	25.655/71.028
	666,80£	534,20£	36,57£	390,72£
	9,05%	16,24%	-290,78%	-120,38%

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Nota:** Para cada grau de *moneyness* e tempo até à maturidade da opção são indicados o número de observações da amostra, o número de desvios expressos em percentagem do preço da opção inferiores a -15% / o número de desvios expressos em percentagem do preço da opção superiores a 15%, o número de desvios negativos / o número de desvios positivos, as médias dos desvios absolutos e dos desvios percentuais, por esta ordem.

**Anexo 27** - Síntese dos desvios entre o preço das opções de venda sobre o FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Black-Scholes-Merton, em função do mês de maturidade.

Modelo de Black & Scholes & Merton	Desvios: $D = \text{Preço} - \text{Valor}$ & $d = D / \text{Preço}$					
	Amostra	$d < -15\%$ $d > 15\%$	$ d  > 15\%$	$D < 0$ $D > 0$	$D \neq 0$	$D \neq 0$ $d \neq 0$
	Número	Número	Número %	Número	Número %	Média
<b>FTSE100</b>	96.685	3.054 48.211	51.265 53,02%	29.506 67.179	96.685 100,00%	214,77£ 33,60%
Janeiro	3.810	0 2.458	2.458 64,51%	780 3.030	3.810 100,00%	303,31£ 47,45%
Fevereiro	3.321	0 2.224	2.224 66,97%	392 2.929	3.321 100,00%	322,42£ 50,11%
Março	18.198	1.323 8.794	10.117 55,59%	6.327 11.871	18.198 100,00%	159,80£ 30,78%
Abril	3.364	305 1.830	2.135 63,47%	900 2.464	3.364 100,00%	183,58£ 37,68%
Maió	3.354	122 1.703	1.825 54,41%	653 2.701	3.354 100,00%	187,44£ 36,52%
Junho	18.375	894 8.207	9.101 49,53%	6.378 11.997	18.375 100,00%	164,51£ 27,77%
Julho	3.451	20 1.537	1.557 45,12%	1.491 1.960	3.451 100,00%	75,04£ 29,86%
Agosto	3.151	0 1.698	1.698 53,89%	263 2.888	3.151 100,00%	233,47£ 38,40%
Setembro	16.397	316 7.726	8.042 49,05%	5.269 11.128	16.397 100,00%	238,66£ 30,86%
Outubro	3.126	7 1.776	1.783 57,04%	740 2.386	3.126 100,00%	174,37£ 41,27%
Novembro	2.906	0 1.521	1.521 52,34%	687 2.219	2.906 100,00%	149,38£ 38,78%
Dezembro	17.232	67 8.737	8.804 51,09%	5.626 11.606	17.232 100,00%	317,71£ 35,41%

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Anexo 28** - Síntese dos desvios entre o preço das opções de venda sobre o FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Black-Scholes-Merton, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção.

FTSE100	Desvios do Preço face ao Valor (Opções de Venda)			
Tempo até à Maturidade	Grau de <i>Moneyness</i>			
	<i>In the Money</i>	<i>At the Money</i>	<i>Out of the Money</i>	Total
T ≤ 1 Mês	4.575	204	6.372	11.151
	93/242	15/102	102/6.019	210/6.363
	2.064/2.511	41/163	177/6.195	2.282/8.869
	19,59£	126,86£	82,19£	57,32£
	1,43%	16,49%	81,84%	47,65%
1 Mês < T T ≤ 3 Meses	9.600	504	12.622	22.726
	148/689	31/267	133/11.791	312/12.747
	4.577/5.023	92/412	360/12.262	5.029/17.697
	36,28£	293,64£	295,22£	185,80£
	1,67%	14,67%	73,32%	41,75%
3 Meses < T T ≤ 6 Meses	6.841	416	8.129	15.386
	11/586	1/300	0/7.916	12/8.802
	2.940/3.901	23/393	41/8.088	3.004/12.382
	110,97£	627,43£	610,35£	388,78£
	3,12%	20,48%	74,32%	41,21%
T > 6 Meses	20.786	1.511	25.125	47.422
	1.626/709	213/428	681/19.162	2.520/20.299
	15.721/5.065	635/876	2.835/22.290	19.191/28.231
	-483,87£	240,03£	780,78£	209,23£
	-3,40%	3,90%	47,74%	23,92%
Total	41.802	2.635	52.248	96.685
	1.878/2.226	260/1.097	916/44.888	3.054/48.211
	25.302/16.500	791/1.844	3.413/48.835	29.506/67.179
	-211,97£	302,68£	551,77£	214,77£
	-0,64%	9,55%	62,21%	33,60%

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Nota:** Para cada grau de *moneyness* e tempo até à maturidade da opção são indicados o número de observações da amostra, o número de desvios expressos em percentagem do preço da opção inferiores a -15% / o número de desvios expressos em percentagem do preço da opção superiores a 15%, o número de desvios negativos / o número de desvios positivos, as médias dos desvios absolutos e dos desvios percentuais, por esta ordem.

**Anexo 29** - Síntese dos desvios entre o preço das opções de compra sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do mês de maturidade.

Modelo de Cox & Ross & Rubinstein	Desvios: $D = \text{Preço} - \text{Valor}$ & $d = D / \text{Preço}$					
	Amostra	$d < -15\%$ $d > 15\%$	$ d  > 15\%$	$D < 0$ $D > 0$	$D \neq 0$	$D \neq 0$ $d \neq 0$
	Número	Número	Número %	Número	Número %	Média
<b>Ações do FTSE100</b>	795.542	122.163 265.676	387.839 48,75%	205.595 579.550	785.145 98,69%	34,79£ -13,26%
Janeiro	19.837	2.309 8.326	10.635 53,61%	3.652 15.980	19.632 98,97%	54,94£ -26,22%
Fevereiro	20.261	1.370 8.783	10.153 50,11%	2.537 17.399	19.936 98,40%	57,49£ 0,61%
Março	138.654	23.030 50.691	73.721 53,17%	36.076 101.157	137.233 98,98%	18,42£ -3,72%
Abril	18.593	3.762 4.780	8.542 45,94%	6.089 12.305	18.394 98,93%	9,89£ -15,45%
Maió	17.863	4.592 4.254	8.846 49,52%	7.314 10.368	17.682 98,99%	6,22£ -17,78%
Junho	164.154	32.338 43.631	75.969 46,28%	54.574 108.217	162.791 99,17%	22,52£ -16,95%
Julho	19.491	1.867 9.131	10.998 56,43%	3.269 15.971	19.240 98,71%	30,69£ 17,54%
Agosto	19.329	1.889 7.864	9.753 50,46%	3.300 15.602	18.902 97,79%	23,88£ -8,28%
Setembro	138.897	25.500 38.067	63.567 45,77%	42.482 94.185	136.667 98,39%	18,79£ -50,94%
Outubro	20.972	2.282 6.732	9.014 42,98%	4.284 16.201	20.485 97,68%	10,29£ 2,43%
Novembro	19.971	2.208 7.919	10.127 50,71%	3.998 15.659	19.657 98,43%	28,61£ -1,43%
Dezembro	197.520	21.016 75.498	96.514 48,86%	38.020 156.506	194.526 98,48%	73,12£ 3,68%

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Anexo 30** - Síntese dos desvios entre o preço das opções de compra sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção.

Ações do FTSE100	Desvios do Preço face ao Valor (Opções de Compra)			
Tempo até à Maturidade	Grau de <i>Moneyness</i>			
	<i>In the Money</i>	<i>At the Money</i>	<i>Out of the Money</i>	Total
T ≤ 1 Mês	60.801	9.087	52.414	122.302
	877/2.455	1.593/4.465	9.660/39.151	12.130/46.071
	8.053/46.294	2.831/6.256	11.365/41.038	22.249/93.588
	13,03£	17,77£	-0,05£	7,49£
	1,95%	7,93%	-41,46%	-17,22%
1 Mês < T T ≤ 3 Meses	125.543	21.877	111.023	258.443
	3.436/14.254	3.432/10.286	31.460/63.034	38.328/87.574
	16.884/106.396	6.452/15.423	38.672/72.310	62.008/194.129
	43,88£	36,57£	2,29£	25,23£
	4,23%	6,92%	-53,56%	-20,58%
3 Meses < T T ≤ 6 Meses	77.667	17.291	72.348	167.306
	995/11.179	1.674/9.490	19.335/40.132	22.004/60.801
	7.725/69.004	3.620/13.671	24.498/47.829	35.843/130.504
	94,25£	86,24£	10,02£	56,79£
	6,26%	13,26%	-17,45%	-3,32%
T > 6 Meses	109.737	34.923	102.831	247.491
	5.666/17.333	6.515/13.353	37.520/40.544	49.701/71.230
	24.503/84.586	12.576/22.344	48.416/54.399	85.495/161.329
	108,44£	54,29£	-31,00£	42,70£
	4,70%	3,75%	-31,51%	-10,52%
Total	373.748	83.178	338.616	795.542
	10.974/45.221	13.214/37.594	97.975/182.861	122.163/265.676
	57.165/306.280	25.479/57.694	122.951/215.576	205.595/579.550
	69,28£	52,28£	-6,53£	34,79£
	4,46%	7,02%	-37,27%	-13,26%

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Nota:** Para cada grau de *moneyness* e tempo até à maturidade da opção são indicados o número de observações da amostra, o número de desvios expressos em percentagem do preço da opção inferiores a -15% / o número de desvios expressos em percentagem do preço da opção superiores a 15%, o número de desvios negativos / o número de desvios positivos, as médias dos desvios absolutos e dos desvios percentuais, por esta ordem.

**Anexo 31** - Síntese dos desvios entre o preço das opções de venda sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do mês de maturidade.

Modelo de Cox & Ross & Rubinstein	Desvios: $D = \text{Preço} - \text{Valor}$ & $d = D / \text{Preço}$					
	Amostra	$d < -15\%$ $d > 15\%$	$ d  > 15\%$	$D < 0$ $D > 0$	$D \neq 0$	$D \neq 0$ $d \neq 0$
	Número	Número	Número %	Número	Número %	Média
<b>Ações do FTSE100</b>	795.550	68.000 331.249	399.249 50,19%	273.629 521.223	794.852 99,91%	21,34£ 18,34%
Janeiro	19.837	1.542 8.187	9.729 49,04%	7.381 12.396	19.777 99,70%	26,72£ 11,35%
Fevereiro	20.261	1.080 11.290	12.370 61,05%	5.281 14.939	20.220 99,80%	51,35£ 33,17%
Março	138.657	16.806 57.067	73.873 53,28%	51.206 87.241	138.447 99,85%	3,63£ 20,61%
Abril	18.594	1.658 7.673	9.331 50,18%	6.676 11.914	18.590 99,98%	28,22£ 18,95%
Maio	17.864	1.752 6.336	8.088 45,28%	6.870 10.960	17.830 99,81%	8,93£ 16,73%
Junho	164.154	16.975 64.928	81.903 49,89%	59.064 104.945	164.009 99,91%	14,58£ 18,17%
Julho	19.491	1.006 7.302	8.308 42,62%	8.660 10.814	19.474 99,91%	1,56£ 20,67%
Agosto	19.330	1.230 9.836	11.066 57,25%	5.050 14.277	19.327 99,98%	28,90£ 18,46%
Setembro	138.897	12.667 56.357	69.024 49,69%	46.822 91.962	138.784 99,92%	20,58£ 5,90%
Outubro	20.973	986 10.032	11.018 52,53%	6.591 14.378	20.969 99,98%	5,27£ 28,55%
Novembro	19.971	1.246 8.864	10.110 50,62%	6.406 13.559	19.965 99,97%	12,17£ 20,23%
Dezembro	197.521	11.052 83.377	94.429 47,81%	63.622 133.838	197.460 99,97%	40,59£ 23,39%

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Anexo 32** - Síntese dos desvios entre o preço das opções de venda sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do grau de *moneyness* da opção e do tempo até à maturidade da opção.

Ações do FTSE100	Desvios do Preço face ao Valor (Opções de Venda)			
Tempo até à Maturidade	Grau de <i>Moneyness</i>			
	<i>In the Money</i>	<i>At the Money</i>	<i>Out of the Money</i>	Total
T ≤ 1 Mês	52.420	9.085	60.801	122.306
	1.674/2.201	1.761/3.747	4.611/52.963	8.046/58.911
	37.774/14.363	3.312/5.771	6.000/54.796	47.086/74.930
	-2,04£	14,55£	8,27£	4,33£
	-0,48%	5,69%	37,60%	18,95%
1 Mês < T T ≤ 3 Meses	111.032	21.877	125.538	258.447
	6.022/6.419	3.276/7.576	9.688/100.984	18.986/114.979
	60.677/50.114	7.608/14.266	15.341/110.188	83.626/174.568
	-1,84£	27,41£	35,95£	19,01£
	-0,45%	4,36%	45,37%	22,23%
3 Meses < T T ≤ 6 Meses	72.356	17.292	77.658	167.306
	2.591/2.208	1.601/6.921	4.111/65.963	8.303/75.092
	34.386/37.865	4.094/13.196	6.579/71.079	45.059/122.140
	-3,45£	65,80£	86,28£	45,39£
	0,21%	8,88%	51,27%	24,82%
T > 6 Meses	102.848	34.928	109.715	247.491
	10.875/2.983	6.396/8.676	15.394/70.608	32.665/82.267
	59.498/43.308	14.424/20.503	23.936/85.774	97.858/149.585
	-75,73£	9,37£	103,84£	15,90£
	-2,86%	0,32%	24,25%	9,61%
Total	338.656	83.182	373.712	795.550
	21.162/13.811	13.034/26.920	33.804/290.518	68.000/331.249
	192.335/145.650	29.438/53.736	51.856/321.837	273.629/521.223
	-24,69£	26,41£	61,83£	21,34£
	-1,05%	3,75%	39,13%	18,34%

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Nota:** Para cada grau de *moneyness* e tempo até à maturidade da opção são indicados o número de observações da amostra, o número de desvios expressos em percentagem do preço da opção inferiores a -15% / o número de desvios expressos em percentagem do preço da opção superiores a 15%, o número de desvios negativos / o número de desvios positivos, as médias dos desvios absolutos e dos desvios percentuais, por esta ordem.

**Anexo 33** - Síntese dos desvios da condição de fronteira inferior, dos desvios da paridade *put-call* e, também, dos desvios entre o preço das opções sobre as ações constituintes do FTSE100 e o valor obtido pelo modelo de Cox-Ross-Rubinstein, em função do constituinte.

Desvios	CFI	CFI	PPC	PPC	CRR	CRR	
	Opções Compra	Opções Venda	Fronteira Inferior	Fronteira Superior	Opções Compra	Opções Venda	
<b>Ações do FTSE100</b>					795.542	795.550	
					122.163	68.000	
		795.542	795.550	788.710	788.710	265.676	331.249
		9.167	85.165	137.942	231.216	205.595	273.629
		1,15%	10,71%	17,49%	29,32%	579.550	521.223
		19,34£	36,92£	62,86£	12,38£	34,79£	21,34£
					-13,26%	18,34%	
Anglo American					21.363	21.363	
					4.371	1.028	
		21.363	21.363	21.363	21.363	5.782	5.819
		0	2.611	3.228	5.692	7.451	9.680
		0,00%	12,22%	15,11%	26,64%	13.897	11.683
		0£	46,50£	143,07£	29,35£	96,35£	64,45£
					-36,23%	10,14%	
Antofagasta					7.957	7.957	
					1.229	606	
		7.957	7.957	7.957	7.957	2.346	4.020
		316	201	3.136	2.688	2.360	1.406
		3,97%	2,53%	39,41%	33,78%	5.544	6.551
		63,66£	3,89£	116,12£	8,75£	51,61£	90,36£
					-3,35%	22,99%	
ARM Holdings					7.958	7.958	
					288	48	
		7.958	7.958	7.958	7.958	3.502	3.783
		0	147	650	4.186	1.018	1.374
		0,00%	1,85%	8,17%	52,60%	6.811	6.526
		0£	0,42£	5,66£	4,64£	60,82£	51,09£
					21,54%	27,57%	
Associated British Foods					5.272	5.272	
					279	66	
		5.272	5.272	5.272	5.272	2.102	3.000
		0	355	1.102	1.265	519	778
		0,00%	6,73%	20,90%	23,99%	4.685	4.494
		0£	17,54£	51,78£	4,88£	71,61£	70,94£
					17,97%	38,45%	

Desvios	CFI	CFI	PPC	PPC	CRR	CRR
	Opções Compra	Opções Venda	Fronteira Inferior	Fronteira Superior	Opções Compra	Opções Venda
AstraZeneca					15.727	15.727
	15.727	15.727	15.727	15.727	1.769	664
	3	3.011	2.508	3.534	5.926	6.763
	0,02%	19,15%	15,95%	22,47%	2.923	5.581
	136,67£	224,33£	363,40£	10,53£	12.654	10.146
					142,33£	80,99£
				5,39%	24,60%	
Aviva					23.372	23.372
	23.372	23.372	23.372	23.372	7.808	4.175
	71	4.161	3.563	5.241	4.933	5.454
	0,30%	17,80%	15,24%	22,42%	11.270	13.755
	0,68£	27,96£	39,06£	1,80£	11.988	9.617
					-24,53£	-36,63£
				-40,01%	2,94%	
BAE Systems					11.264	11.264
	11.264	11.264	11.264	11.264	2.465	1.787
	114	2.014	2.353	3.782	3.244	4.240
	1,01%	17,88%	20,89%	33,58%	3.606	5.334
	0,59£	19,49£	40,97£	1,65£	7.545	5.928
					1,66£	-2,62£
				-41,01%	-9,55%	
Barclays					30.313	30.313
	30.313	30.313	30.313	30.313	9.113	5.619
	205	2.402	2.553	3.976	4.928	9.038
	0,68%	7,92%	8,42%	13,12%	13.183	15.485
	0,66£	7,02£	5,59£	1,40£	16.874	14.823
					-29,51£	-34,70£
				-32,41%	8,54%	
BG Group					11.647	11.647
	11.647	11.647	11.647	11.647	2.189	1.235
	0	1.093	1.698	5.009	3.969	4.556
	0,00%	9,38%	14,58%	43,01%	3.400	4.353
	0£	7,56£	28,93£	6,96£	8.119	7.293
					43,89£	30,51£
				-28,11%	9,88%	
BHP Billiton					20.880	20.880
	20.880	20.880	20.880	20.880	2.538	875
	0	1.921	3.150	5.036	8.275	8.747
	0,00%	9,20%	15,09%	24,12%	4.416	6.406
	0£	55,69£	119,41£	7,65£	16.327	14.474
					170,81£	122,24£
				6,67%	21,04%	

Desvios	CFI	CFI	PPC	PPC	CRR	CRR
	Opções Compra	Opções Venda	Fronteira Inferior	Fronteira Superior	Opções Compra	Opções Venda
BP					24.014	24.014
					3.005	511
		24.014	24.014	24.014	24.014	24.014
		147	1.526	7.255	2.388	9.091
		0,61%	6,35%	30,21%	9,94%	5.453
		0,51£	17,38£	31,00£	1,54£	18.314
						21,40£
British American Tobacco					10,24%	30,58%
					10.342	10.342
		10.342	10.342	10.342	10.342	10.342
		0	1.704	1.841	3.746	1.250
		0,00%	16,48%	17,80%	36,22%	3.517
		0£	108,17£	269,24£	11,42£	1.890
						8.351
British Land Company					113,15£	100,40£
					-6,14%	34,41%
					6.875	6.875
		6.875	6.875	6.875	6.875	485
		2	1.197	115	1.490	3.492
		0,03%	17,41%	1,67%	21,67%	684
		0,50£	21,36£	6,88£	1,65£	6.019
British Sky Broadcasting Group					26,51£	7,48£
					20,83%	23,10%
					15.269	15.269
		15.269	15.269	15.269	15.269	2.015
		0	1.660	2.212	4.694	4.762
		0,00%	10,87%	14,49%	30,74%	3.293
		0£	19,76£	101,67£	3,30£	11.647
BT Group					35,80£	27,32£
					-8,55%	23,98%
					20.397	20.397
		20.397	20.397	20.397	20.397	2.838
		263	1.218	2.795	4.727	3.910
		1,29%	5,97%	13,70%	23,17%	5.668
		0,54£	5,73£	17,80£	1,48£	14.424
Burberry Group					7,99£	5,32£
					-2,35%	24,43%
					6.729	6.729
		6.729	6.729	6.729	6.729	2.734
		0	575	786	3.166	1.020
		0,00%	8,55%	11,68%	47,05%	3.902
		0£	28,43£	45,18£	9,15£	2.791
					-168,80£	
					-481,05%	
					-200,08£	
					-246,62%	

Desvios	CFI	CFI	PPC	PPC	CRR	CRR
	Opções Compra	Opções Venda	Fronteira Inferior	Fronteira Superior	Opções Compra	Opções Venda
Carnival					6.596	6.596
	6.596	6.596	6.596	6.596	1.418	848
	453	281	2.338	275	2.114	2.740
	6,87%	4,26%	35,45%	4,17%	2.460	2.125
	178,27£	23,94£	127,95£	2,46£	4.056	4.471
				-8,57£	48,25£	
				-47,31%	13,47%	
Centrica					5.699	5.699
	5.699	5.699	5.699	5.699	483	222
	72	1.021	797	1.895	2.652	2.587
	1,26%	17,92%	13,98%	33,25%	843	1.806
	0,56£	15,85£	32,65£	2,09£	4.773	3.893
				17,00£	8,02£	
				12,84%	26,85%	
Compass Group					6.131	6.131
	6.131	6.131	6.131	6.131	557	227
	0	808	682	2.365	1.513	2.875
	0,00%	13,18%	11,12%	38,57%	1.043	2.122
	0£	21,65£	32,58£	3,54£	4.913	4.009
				26,39£	12,36£	
				5,16%	30,16%	
CRH					3.733	3.733
	3.733	3.733	3.733	3.733	888	270
	0	680	488	1.167	1.142	866
	0,00%	18,22%	13,07%	31,26%	1.374	2.130
	0£	40,03£	100,87£	5,72£	2.340	1.603
				32,56£	-22,30£	
				-13,56%	6,40%	
Diageo					16.544	16.545
	16.544	16.545	16.544	16.544	1.641	506
	0	1.206	2.192	4.252	4.472	8.784
	0,00%	7,29%	13,25%	25,70%	2.732	4.166
	0£	33,70£	77,63£	5,89£	13.376	12.379
				78,69£	58,45£	
				-1,76%	36,34%	
Eurasian Natural Resources Corporation					10.346	10.346
	10.346	10.346	10.346	10.346	3.665	1.568
	0	1.836	2.636	3.265	2.765	1.821
	0,00%	17,75%	25,48%	31,56%	5.134	6.236
	0£	10,42£	36,74£	3,04£	5.189	4.109
				-19,28£	-23,54£	
				-80,96%	2,27%	

Desvios	CFI	CFI	PPC	PPC	CRR	CRR
	Opções Compra	Opções Venda	Fronteira Inferior	Fronteira Superior	Opções Compra	Opções Venda
Experian					7.502	7.502
					1.281	793
		7.502	7.502	7.502	7.502	1.068
		2	758	416	3.322	3.218
		0,03%	10,10%	5,55%	44,28%	2.072
		8,75£	20,41£	26,01£	5,57£	5.341
						25,28£
					-13,79%	25,18%
GlaxoSmithKline					16.685	16.685
					1.207	254
		16.685	16.685	9.853	9.853	5.504
		1.318	1.788	2.007	1.428	8.669
		7,90%	10,72%	20,37%	14,49%	3.440
		24,55£	64,54£	68,91£	4,49£	12.721
						59,23£
					8,26%	34,21%
Glencore International					15.012	15.012
					3.497	868
		15.012	15.012	15.012	15.012	5.042
		46	868	9.917	1.546	5.160
		0,31%	5,78%	66,06%	10,30%	5.782
		0,65£	3,98£	29,72£	2,01£	9.142
						0,91£
					-3,64%	16,05%
HSBC Holdings					19.665	19.665
					2.401	481
		19.665	19.665	19.665	19.665	7.468
		75	1.429	3.257	2.322	8.756
		0,38%	7,27%	16,56%	11,81%	4.054
		0,59£	15,16£	21,95£	1,68£	15.478
						31,96£
					8,99%	26,84%
Imperial Tobacco Group					6.294	6.294
					296	110
		6.294	6.294	6.294	6.294	2.674
		0	1.143	856	2.236	2.987
		0,00%	18,16%	13,60%	35,53%	579
		0£	119,14£	146,65£	11,88£	5.647
						115,97£
					18,06%	30,04%
InterContinental Hotels Group					7.130	7.131
					786	443
		7.130	7.131	7.130	7.130	2.271
		820	521	943	922	3.843
		11,50%	7,31%	13,23%	12,93%	2.123
		13,06£	37,29£	47,64£	5,29£	4.983
						79,22£
					-0,67%	34,17

Desvios	CFI	CFI	PPC	PPC	CRR	CRR
	Opções Compra	Opções Venda	Fronteira Inferior	Fronteira Superior	Opções Compra	Opções Venda
					14.491	14.491
					680	382
International	14.491	14.491	14.491	14.491	7.048	6.094
Airlines Group	218	417	1.275	10.407	1.879	2.299
	1,50%	2,88%	8,80%	71,82%	12.608	12.029
	0,49£	0,69£	1,15£	2,33£	13,18£	11,55£
					23,54%	22,45%
					6.222	6.222
					718	337
ITV	6.222	6.222	6.222	6.222	1.716	2.840
	202	395	2.124	1.388	1.667	1.531
	3,25%	6,35%	34,14%	22,31%	4.337	4.671
	0,64£	1,46£	2,47£	1,15£	2,41£	2,89£
					2,81%	27,22%
					10.676	10.676
					4.215	2.261
Kazakhmys	10.676	10.676	10.676	10.676	1.742	2.224
	2	1.036	2.217	3.082	5.763	6.476
	0,02%	9,70%	20,77%	28,87%	4.831	4.200
	52,50£	10,33£	29,03£	6,47£	-43,92£	-55,35£
					-136,09%	-3,22%
					11.369	11.369
					1.162	292
Kingfisher	11.369	11.369	11.369	11.369	4.223	5.305
	86	1.446	1.831	4.293	2.117	3.349
	0,76%	12,72%	16,11%	37,76%	9.094	8.020
	0,58£	6,56£	17,55£	1,74£	14,58£	10,17£
					11,30%	27,56%
					11.489	11.489
					1.328	488
Land Securities	11.489	11.489	11.489	11.489	4.345	5.293
Group	0	1.235	1.710	2.549	2.008	3.205
	0,00%	10,75%	14,88%	22,19%	9.107	8.283
	0£	17,27£	19,33£	2,26£	21,49£	14,33£
					8,93%	28,53%
					11.752	11.755
					1.829	746
Legal & General	11.752	11.755	11.752	11.752	3.872	5.600
Group	242	1.872	1.844	3.815	2.818	4.101
	2,06%	15,93%	15,69%	32,46%	8.556	7.654
	0,68£	5,71£	13,96£	1,13£	4,22£	2,00£
					-6,47%	27,79%

Desvios	CFI	CFI	PPC	PPC	CRR	CRR
	Opções Compra	Opções Venda	Fronteira Inferior	Fronteira Superior	Opções Compra	Opções Venda
Lloyds Banking Group					20.027	20.028
					3.640	2.679
					7.743	6.889
					6.037	7.451
					13.975	12.452
					-1,23£	-3,02£
				-13,07%	14,90%	
Marks & Spencer Group					18.936	18.936
					1.425	531
					6.683	7.591
					3.542	4.977
					15.235	13.957
					21,56£	21,13£
				13,00%	21,90%	
Morrison Supermarkets					10.179	10.179
					694	727
					4.734	4.271
					1.255	3.896
					8.790	6.281
					10,10£	6,70£
				22,61%	23,08%	
National Grid					7.340	7.340
					337	373
					3.376	4.156
					593	1.908
					6.470	5.431
					32,58£	27,13£
				16,13%	32,50%	
Next					6.597	6.597
					373	423
					2.456	4.166
					731	1.159
					5.797	5.438
					187,24£	192,37£
				-5,09%	23,05%	
Old Mutual					7.240	7.240
					1.158	383
					1.976	3.472
					2.382	2.500
					4.774	4.739
					4,77£	1,82£
				-2,57%	30,46%	

Desvios	CFI	CFI	PPC	PPC	CRR	CRR	
	Opções Compra	Opções Venda	Fronteira Inferior	Fronteira Superior	Opções Compra	Opções Venda	
Pearson					5.825	5.825	
					800	231	
		5.825	5.825	5.825	5.825	5.825	
		0	1.074	975	1.833	2.243	2.452
		0,00%	18,44%	16,74%	31,47%	1.215	1.983
		0£	48,21£	74,98£	10,02£	4.552	3.842
					55,05£	26,93£	
					-0,66%	24,25%	
Petrofac					7.255	7.255	
		7.255	7.255	7.255	7.255	7.255	
		9	405	989	2.789	1.166	1.063
		0,12%	5,58%	13,63%	38,44%	1.885	2.512
		121,67£	32,92£	59,27£	8,94£	2.122	2.987
						5.093	4.268
					23,03£	-8,10£	
					-4,19%	14,17%	
Prudential					21.202	21.202	
		21.202	21.202	21.202	21.202	21.202	
		0	1.131	2.265	6.332	2.784	1.686
		0,00%	5,33%	10,68%	29,87%	6.762	10.059
		0£	19,11£	43,96£	3,39£	4.713	6.226
						16.060	14.975
					48,85£	27,24£	
					3,41%	27,27%	
Randgold Resources					8.511	8.511	
		8.511	8.511	8.511	8.511	8.511	
		0	250	859	4.162	2.415	2.196
		0,00%	2,94%	10,09%	48,90%	1.712	2.380
		0£	0,08£	81,11£	49,81£	4.017	4.348
						4.494	4.151
					-249,91£	-294,69£	
					-87,59%	0,53%	
Reckitt Benckiser Group					5.898	5.898	
		5.898	5.898	5.898	5.898	5.898	
		0	451	985	1.750	151	88
		0,00%	7,65%	16,70%	29,67%	3.089	3.239
		0£	85,04£	186,34£	13,26£	311	1.033
						5.551	4.865
					253,32£	205,78£	
					22,34%	33,01%	
Reed Elsevier					6.244	6.244	
		6.244	6.244	6.244	6.244	6.244	
		1	960	1.028	2.175	914	231
		0,02%	15,37%	16,46%	34,83%	2.299	3.033
		0,50£	27,79£	50,00£	4,10£	1.373	1.838
						4.627	4.406
					26,90£	14,84£	
					0,10%	31,49%	

Desvios	CFI	CFI	PPC	PPC	CRR	CRR
	Opções Compra	Opções Venda	Fronteira Inferior	Fronteira Superior	Opções Compra	Opções Venda
Rio Tinto					23.434	23.434
					4.455	2.583
	23.434	23.434	23.434	23.434	6.136	7.414
	13	1.945	3.529	6.082	7.945	9.482
	0,06%	8,30%	15,06%	25,95%	15.434	13.952
	0,01£	75,34£	180,83£	23,82£	101,48£	28,52£
				-6,70%	13,17%	
Rolls-Royce Holdings					7.203	7.203
					340	2.224
	7.203	7.203	7.203	7.203	4.289	2.404
	0	1.395	0	7.203	576	4.031
	0,00%	19,37%	0,00%	100,00%	6.627	3.172
	0£	105,31£	0£	176,64£	137,44£	-40,28£
				19,15%	7,20%	
Royal Dutch Shell - B shares					17.167	17.167
					1.928	702
	17.167	17.167	17.167	17.167	5.823	7.960
	0	1.636	2.017	1.743	3.007	4.808
	0,00%	9,53%	11,75%	10,15%	13.773	12.359
	0£	68,68£	84,00£	5,93£	95,65£	91,52£
				7,25%	31,18%	
RSA Insurance Group					10.511	10.511
					1.227	260
	10.511	10.511	10.511	10.511	5.161	5.087
	260	2.189	2.541	3.040	1.967	3.200
	2,47%	20,83%	24,17%	28,92%	8.284	7.307
	0,67£	9,29£	19,70£	1,31£	4,76£	5,35£
				15,08%	27,50%	
SABMiller					6.149	6.149
					356	143
	6.149	6.149	6.149	6.149	2.786	3.382
	0	449	1.170	1.905	661	1.246
	0,00%	7,30%	19,03%	30,98%	5.396	4.902
	0£	47,62£	120,15£	16,77£	188,71£	162,76£
				16,38%	37,13%	
Sage Group					6.801	6.801
					1.235	634
	6.801	6.801	6.801	6.801	1.797	3.001
	258	899	1.284	1.568	2.114	2.465
	3,79%	13,22%	18,88%	23,06%	4.685	4.335
	0,57£	14,33£	20,35£	2,11£	7,19£	2,85£
				-13,21%	25,89%	

Desvios	CFI	CFI	PPC	PPC	CRR	CRR
	Opções Compra	Opções Venda	Fronteira Inferior	Fronteira Superior	Opções Compra	Opções Venda
Sainsbury					10.560	10.560
					315	396
		10.560	10.560	10.560	5.420	6.079
		104	1.725	1.800	727	2.781
		0,98%	16,34%	17,05%	35,90%	7.778
		0,54£	13,78£	37,06£	1,56£	19,87£
					29,03%	36,17%
Severn Trent					4.662	4.662
					528	419
		4.662	4.662	4.662	1.532	1.975
		8	531	628	802	1.485
		0,17%	11,39%	13,47%	37,82%	3.176
		163,75£	71,36£	121,53£	9,83£	29,37£
					-0,50%	22,98%
Shire					11.037	11.037
					843	592
		11.037	11.037	11.037	4.824	4.756
		23	491	720	5.939	2.742
		0,21%	4,45%	6,52%	53,81%	8.018
		45,61£	1,24£	36,34£	20,92£	93,50£
					16,78%	23,83%
Smith & Nephew					6.983	6.983
					221	130
		6.983	6.983	6.983	4.066	3.584
		0	865	799	2.154	1.373
		0,00%	12,39%	11,44%	30,85%	5.610
		0£	8,44£	21,85£	3,30£	48,58£
					33,13%	34,45%
SSE					5.973	5.973
					655	390
		5.973	5.973	5.973	2.458	2.687
		0	1.329	1.000	1.782	2.064
		0,00%	22,25%	16,74%	29,83%	3.909
		0£	100,47£	138,71£	7,48£	50,35£
					2,55%	27,23%
Standard Chartered					13.195	13.195
					3.181	2.404
		13.195	13.195	13.195	4.166	5.235
		0	1.782	2.637	4.950	5.943
		0,00%	13,51%	19,98%	37,51%	8.541
		0£	35,71£	85,05£	6,05£	-18,82£
					-97,29%	-29,99£
					-0,53%	

Desvios	CFI	CFI	PPC	PPC	CRR	CRR
	Opções Compra	Opções Venda	Fronteira Inferior	Fronteira Superior	Opções Compra	Opções Venda
Standard Life					8.345	8.345
					1.435	825
		8.345	8.345	8.345	2.421	3.460
		124	1.274	1.146	2.255	3.222
		1,49%	15,27%	13,73%	5.910	5.122
		0,55£	15,50£	19,41£	1,62£	8,06£
Tate & Lyle					-8,13%	24,52%
					6.007	6.007
		6.007	6.007	6.007	158	70
		0	794	944	2.903	2.984
		0,00%	13,22%	15,71%	351	1.586
		0£	22,09£	45,27£	5.499	4.421
Tesco					42,94£	25,45£
					22,70%	31,09%
		18.330	18.330	18.330	18.330	18.330
		106	3.375	2.813	4.335	4.025
		0,58%	18,41%	15,35%	7.114	10.582
		1,35£	15,73£	26,11£	1,92£	7.746
Tullow Oil					-16,28£	-10,46%
					-65,71%	-10,46%
		6.961	6.961	6.961	6.961	6.961
		0	239	721	2.730	1.448
		0,00%	3,43%	10,36%	39,22%	1.977
		0£	3,29£	17,32£	8,05£	3.270
Unilever					-13,24£	-27,73£
					-49,25%	-3,81%
		6.761	6.761	6.761	6.761	6.761
		0	855	1.040	597	2
		0,00%	12,65%	15,38%	8,83%	3.022
		0£	42,60£	47,05£	2,78£	1.610
United Utilities Group					78,48£	76,26£
					15,85%	28,42%
		6.141	6.141	6.141	6.141	6.141
		0	802	993	1.852	456
		0,00%	13,06%	16,17%	30,16%	2.898
		0£	37,69£	48,90£	4,00£	1.777
					37,81£	18,76£
					13,90%	24,71%

Desvios	CFI	CFI	PPC	PPC	CRR	CRR
	Opções Compra	Opções Venda	Fronteira Inferior	Fronteira Superior	Opções Compra	Opções Venda
Vedanta Resources					10.296	10.296
					3.729	2.884
	10.296	10.296	10.296	10.296	2.079	1.658
	0	1.059	2.982	2.780	6.010	6.368
	0,00%	10,29%	28,96%	27,00%	4.174	3.928
	0£	25,72£	94,62£	15,64£	-118,56£	-115,75£
				-90,88%	-8,17%	
Vodafone Group					17.369	17.370
					1.201	460
	17.369	17.370	17.369	17.369	6.298	11.308
	1.373	1.784	5.718	3.765	3.636	3.009
	7,90%	10,27%	32,92%	21,68%	13.468	14.359
	13,65£	7,21£	25,21£	1,18£	8,96£	26,12£
				12,98%	37,32%	
Whitbread					6.854	6.854
					1.054	825
	6.854	6.854	6.854	6.854	1.566	3.097
	0	481	1.172	2.103	1.803	2.460
	0,00%	7,02%	17,10%	30,68%	4.885	4.394
	0£	46,24£	85,14£	8,31£	53,80£	36,66£
				-14,70%	26,37%	
Wolseley					8.015	8.016
					1.134	1.037
	8.015	8.016	8.015	8.015	1.969	3.647
	715	463	1.449	1.526	2.643	2.766
	8,92%	5,78%	18,08%	19,04%	5.347	5.250
	7,61£	36,88£	93,92£	10,31£	68,03£	45,94£
				-8,78%	24,76%	
WPP					8.181	8.181
					675	214
	8.181	8.181	8.181	8.181	2.977	4.424
	0	658	1.311	2.514	1.123	1.945
	0,00%	8,04%	16,02%	30,73%	6.910	6.236
	0£	20,57£	46,43£	3,59£	45,66£	36,79£
				10,58%	35,13%	
Xstrata					16.638	16.638
					1.929	683
	16.638	16.638	16.638	16.638	6.907	7.859
	35	1.468	2.524	6.533	3.424	4.402
	0,21%	8,82%	15,17%	39,27%	12.926	12.236
	1,29£	15,32£	59,68£	5,95£	68,68	53,22£
				5,85%	25,95%	

**Fonte:** Resultados obtidos.

**Nota:** Para a condição de fronteira inferior (CFI) e para a paridade *put-call* (PPC) são apresentados o número de observações da amostra, o número de desvios, a percentagem de desvios e a média dos desvios, por esta ordem, e, paralelamente, para o modelo de Cox-Ross-Rubinstein (CRR) são apresentados o número de observações da amostra, o número de desvios expressos em percentagem do preço da opção inferiores a -15%, o número de desvios expressos em percentagem do preço da opção superiores a 15%, o número de desvios negativos, o número de desvios positivos e as médias dos desvios absolutos e dos desvios percentuais, por esta ordem.