

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA  
INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE



ISCAL

AVALIAÇÃO DE UM PRODUTO  
ESTRUTURADO: ESTUDO DE CASO

---

João Carlos Garcia Batista

Lisboa, novembro de 2020



INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA  
INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE E  
ADMINISTRAÇÃO DE LISBOA

AVALIAÇÃO DE UM PRODUTO  
ESTRUTURADO: ESTUDO DE CASO

---

João Carlos Garcia Batista

Dissertação submetida ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Análise Financeira, realizada sob a orientação científica do Mestre (Especialista) José Nuno Teixeira de Abreu de Albuquerque Sacadura, professor na área de Finanças.

Constituição do Júri:

Presidente \_\_\_\_\_ [Prof. Doutor Carlos Pinheiro]

Arguente \_\_\_\_\_ [Prof. Doutor Joaquim Ferrão]

Vogal \_\_\_\_\_ [Mestre (Especialista) José Nuno Sacadura]

Lisboa, novembro de 2020

Declaro ser o autor desta dissertação, que constitui um trabalho original e inédito, que nunca foi submetido (no seu todo ou qualquer das suas partes) a outra instituição de ensino superior para obtenção de grau académico ou outra habilitação. Atesto, ainda, que todas as citações estão devidamente identificadas. Mais acrescento que tenho consciência de que o plágio – a utilização de elementos alheios sem referência ao seu autor – constitui uma grave falta de ética, que poderá resultar na anulação da presente dissertação.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Professor José Nuno Sacadura, por toda a disponibilidade, rigor e sabedoria com que me auxiliou ao longo deste trajeto, e que, apesar da escassez do meu tempo, esteve sempre prestável para esclarecer as minhas dúvidas em todos os momentos cruciais.

À minha família, principalmente aos meus pais e avós, que sempre me acompanharam, ajudaram e depositaram confiança em todas as etapas da minha vida. Obrigada por todos os ensinamentos que me transmitiram e que permitiram ser o homem que sou hoje.

À minha namorada Anabela por toda a ajuda, paciência, compreensão, conselhos e sermões (e foram muitos), pois sem eles não teria sido possível a conclusão de mais um marco significativo na minha vida. A ti um obrigado especial, tu sabes!

Aos meus amigos, que sem dúvida que transformaram este percurso mais fácil e menos tenebroso.

A todos,

**Muito Obrigado!**

## RESUMO

O constante processo de inovação financeira é cada vez mais uma característica que emerge na sociedade atual, sendo o traço mais notório o aparecimento progressivo de produtos financeiros mais sofisticados e de maior complexidade, como é o caso dos produtos estruturados (PEs). Estes oferecem uma rentabilidade incerta, uma vez que estão dependentes de outros ativos, os ativos subjacentes (ações, opções, índices, e diversos fatores externos ao mercado de valores) tornando-se necessário uma avaliação sistemática e pormenorizada, nomeadamente aquando da sua compra ou venda.

Um dos momentos conjunturais do mercado verifica-se aquando do estabelecimento da relação entre o comprador e o vendedor, da qual o preço do produto encontra-se dependente verificando-se que, quando a venda do produto é realizada por uma instituição, o seu valor intrínseco é inferior ao valor de venda do produto.

Atendendo ao exposto, no presente estudo, pretende-se realizar a análise de um produto estruturado a fim de verificar a existência de subvalorização do mesmo na data de emissão, atendendo ao seu preço de subscrição e ao seu Justo Valor.

A complexidade do produto financeiro advém das opções embutidas que o mesmo tem, isto é, a remuneração do produto é refletida principalmente no preço do ativo subjacente ao início do investimento e no valor do mesmo na data de maturidade, podendo ainda ser verificado em fases específicas e detalhadas da vida do mesmo.

Para calcular o Justo Valor do produto estruturado recorreu-se a várias metodologias para o apuramento do valor das opções embutidas tendo em conta diversas volatilidades: a Volatilidade Histórica (VH), a Volatilidade Implícita no preço de mercado das opções (VI) e a aplicação de um modelo GARCH (1,1). Efetuou-se também o cálculo do produto estruturado tendo em conta a Simulação Monte Carlo (SMC). Os resultados sugerem que o produto estruturado analisado é vendido com um preço de emissão superior ao seu valor intrínseco corroborando a literatura existente.

**Palavras-Chave:** Produtos Estruturados, *Pricing*, Ativos Subjacentes, Justo Valor, Volatilidade Histórica, Volatilidade Implícita, Simulação Monte Carlo, *Vertical Bullish Spread*.



## ABSTRACT

The continuous process of financial innovation is an emerging characteristic in today's society, most notorious by the progressive appearance of sophisticated and complex financial products, as is the case of structured products (PEs).

These products offer uncertain profitability since they are dependent on other assets. These underlying assets (shares, options, indices, and various factors specific to the stock market) require a systematic and detailed evaluation upon purchasing or sale.

One of the markets conjectural moments is when the relationship between the buyer and the seller is being established, which will determine the product price. This communication ensures that the intrinsic value of a sold product by an institution is lower than the actual value of that product.

The present study analyses a structured product while verifying if devaluation occurs on the issue date, taking into account both its subscription price and fair value.

The complexity of the financial product comes from its built-in options, that is, the product's import is mainly reflected in the price of a given asset at the beginning of the investment, but also reflects the value of the product at the maturity date, and can be further verified throughout specific all stages of its life.

Several methodologies that focus on the value of embedded options were used to calculate the fair value of the structured product, taking into account the following volatilities: Historical Volatility (VH), Volatility Implicit in the market price of the options (VI) and Application of a GARCH model (1,1). Furthermore, the value of the structured product was also calculated using the Monte Carlo Simulation (SMC). The result suggests that the analyzed structured product is sold with an issue price higher than its intrinsic value, corroborating the existing literature.

**Keywords:** Structured Products, Pricing, Underlying Assets, Fair Value, Historical Volatility, Implicit Volatility, Monte Carlo Simulation, Vertical Bullish Spread.



# ÍNDICE

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Enquadramento Teórico.....</b>	<b>3</b>
2.1. Produtos Estruturados Financeiros.....	3
2.1.1. Produto Estruturado.....	3
2.1.2. Características dos Produtos Estruturados Financeiros.....	4
2.1.3 Evolução dos Produtos Estruturados.....	6
2.2. Instrumentos Derivados – Opções .....	7
2.2.1 Opções: Como chegar ao “Preço Certo”?.....	8
2.3. Produtos Estruturados com <i>Vertical Bullish Spread</i> .....	11
2.3.1. <i>Vertical Bullish Spread</i> .....	11
<b>3. Revisão da Literatura.....</b>	<b>13</b>
3.1 Produtos Estruturados .....	13
3.2 Dos Produtos Estruturados simples aos mais complexos .....	19
3.3 <i>Vertical Bullish Spread</i> e o seu entendimento .....	23
<b>4. Metodologia.....</b>	<b>25</b>
4.1 Caraterização do Estudo .....	25
4.1.1 <i>EURO BULLISH EURO STOXX 50r 2018 (notes)</i> .....	28
4.2 Metodologia adotada para a Análise Individual .....	26
4.2.1 Cálculo do Produto Estruturado considerando a VH.....	32
<b>5. Resultados.....</b>	<b>45</b>
5.1. EUR Bullish Euro Stoxx 50r 201.....	45
<b>6. Conclusão.....</b>	<b>51</b>
<b>7. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>52</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>58</b>
Anexo A. Documento Informativo – EUR BULLISH EURO STOXX 50R 2018.....	66

## ÍNDICE DE TABELAS

(4.1) Dados da amostra descritiva da rentabilidade diária obtida.....	26
(4.2) Desvio Padrão diário das observações Históricas do ativo subjacente.....	28
(4.3) Volatilidade anual Históricas do ativo subjacente.....	28
(4.4) Representação da imagem das variáveis para aplicar no modelo <i>Black-Scholes</i> .....	28
(4.5) Determinação da previsão da volatilidade de <i>Stoxx 50</i> .....	41
(5.1) Cálculo do <i>Short Call</i> e <i>Long Call</i> com a Volatilidade Histórica.....	47
(5.2) Preço do produto estruturado com a Volatilidade Histórica.....	49
(5.3) Preço do produto estruturado com a Volatilidade Implícita.....	49
(5.4) Preço do produto estruturado com SMC.....	50
(5.5) Preço do produto estruturado volatilidade GARCH (1,1).....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Representação clássica dos produtos estruturados.....	6
Figura 2.2 Representação <i>vertical bullish spread</i> .....	12
Figura 4.1 Observação histórica do ativo subjacente.....	26
Figura 4.2 Rentabilidade diária do índice de ações no período de 30/6/2014 a 29/6/2015....	27
Figura 4.3 Evolução dos preços do <i>STOXX 50</i> entre 30/6/2014 e 29/6/2015.....	35
Figura 4.4 Evolução das rentabilidades do <i>STOXX 50</i> entre 30/6/2014 e 29/6/2015.....	36
Figura 4.5 Histograma das rentabilidades do <i>STOXX 50</i> entre 30/06/2014 e 29/06/2015....	37
Figura 4.6 Correlação do quadrado da rentabilidade .....	38
Figura 4.7 Estimação do modelo para o <i>STOXX 50</i> .....	40
Figura 4.8 Teste <i>ARCH LM</i> para modelo de previsão da volatilidade do <i>STOXX 50</i> .....	42
Figura 5.1 Representação da taxa de juro sem risco .....	45
Figura 5.2 Representação da prémio de risco.....	46

## ÍNDICE DE FÓRMULAS

(4.1)	Cálculo da rentabilidade diária.....	27
(4.2)	Desvio padrão .....	27
(4.3)	Cálculo da volatilidade, anualizando o desvio padrão .....	28
(4.4)	Cálculo da <i>call</i> e da <i>put</i> .....	29
(4.5)	Cálculo $d_1$ e $d_2$ .....	29
(4.6)	Função $g(x)$ .....	32
(4.7)	Função $g(x)$ com variável aleatória.....	32
(4.8)	Aproximação a Monte Carlo.....	32
(4.9)	MGB padrão .....	33
(4.10)	MGB com <i>drift</i> .....	33
(4.11)	Movimento Geométrico Browniano.....	33
(4.12)	Fórmula da volatilidade da SMC .....	34
(4.13)	Cálculo da rentabilidade para o modelo de GARCH (1,1).....	35
(4.14)	Fórmula de <i>Jarque – Bera</i> .....	37
(4.15)	Fórmula do Modelo de GARCH.....	39
(4.16)	Cálculo da variação por dia.....	41
(4.17)	Cálculo da volatilidade diária.....	41
(4.18)	Cálculo da volatilidade anual.....	41
(4.19)	Fórmula de cálculo do prémio de risco.....	42
(4.20)	Cálculo da Variável.....	43
(4.21)	Fórmula de cálculo do valor variável do PE.....	43
(4.22)	Fórmula de cálculo da <i>long call</i> e <i>short call</i> .....	43
(4.23)	Fórmula de cálculo do PE no momento 0.....	44
(5.1)	Cálculo da taxa fixa do PE.....	46
(5.2)	Cálculo da taxa variável do PE.....	48

(5.3) Cálculo do Prémio de Liquidez.....48

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AMM | *Adaptive Mesh Model*

ARCH | *Autoregressive Conditional Heteroscedastic*

BCE | Banco Central Europeu

CBOE | *Chicago Board Options Exchange*

CCB | *Callable Convertible Bonds*

CLO's | Obrigações de Empréstimos Garantidos

CMVM | Comissão do Mercado de Valores Mobiliários

GARCH | *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic*

JV | Justo Valor

MBRC | *Multiple Barrier Reverse Convertibles*

MCIDs | *Market-Index Certificates Deposits*

MGB | Movimento Geométrico Browniano

MIP | *Mixed Integer Programing*

NYSE | *New York Stock Exchange*

OTC | *Over-the-counter*

PE | Produtos Estruturados

PFCs | Produtos Financeiros Complexos

RCN's | *Reverse Convertible Notes*

SIP | *Single Issuer Platform*

SMC | Simulação de Monte Carlo

VAR | *Value at the Risk*

VH | Volatilidade Histórica

VI | Volatilidade Implícita



---

## 1. INTRODUÇÃO

---

Nas últimas décadas, na Europa e particularmente em Portugal, a par dos desenvolvimentos tecnológicos tem-se verificado um acelerado conjunto de mudanças designado por processo de inovação financeira, resultando numa maior diversidade e complexidade de produtos estruturados financeiros no mercado (Abreu & Mendes, 2014; Baranga, 2017).

A diferença entre estes produtos e os designados de poupança tradicional reside sobretudo no facto de oferecerem uma rentabilidade incerta, em que o cálculo é, na maioria dos casos, de extrema complexidade, estando dependente da verificação de determinados acontecimentos como a evolução do preço de outros ativos (por exemplo, de ações, taxas de juro, *commodities*) possibilitando assim que a rentabilidade possa apresentar valores negativos (Comissão do Mercado de Valores Mobiliários [CMVM], 2012b; Deng *et al*, 2014).

Devido às suas características, de elevada sofisticação e complexidade, a avaliação para a estimação do Justo Valor para muitos tipos de produtos estruturados financeiros tornou-se um desafio para os investidores, mesmo para os profissionais da área, dado que a tomada de decisão de investimento requer um elevado e sistemático conhecimento do mercado de capitais, enfatizando-se a monitorização e a especial atenção a ter em conta quanto à extrema relevância na compreensão do ativo(s) ou índice(s) subjacente(s) ao qual um produto estruturado está associado (CMVM, 2012a; Deng *et al*, 2014; Oliveira, 2010).

Um dos principais problemas no que toca aos produtos estruturados é, em grande parte, a difícil análise quanto à sua natureza e riscos. Por consequência, muitos dos investimentos podem fortuitamente apresentar características e/ou cenários que não eram de todo expectáveis realçando assim a necessidade, não só por parte dos investidores como das autoridades de supervisão competentes para esse efeito, deterem uma atenção redobrada (Abreu & Mendes, 2010; CMVM, 2012a). Por exemplo, a descoberta de casos em que o “*pricing*” dos produtos financeiros, apesar de estar corretamente descrito nos documentos informativos e nos prospetos simplificados é, na grande maioria das vezes, mais positiva para o emitente do que para o investidor (Abreu & Mendes, 2014; Baule & Tallau, 2011).

Atendendo ao exposto, o presente trabalho tem como objetivo a avaliação de um Produto Estruturado transacionado no mercado financeiro português, de forma a verificar se o preço de emissão praticado corresponde ao valor intrínseco do produto. Dado que o produto é composto por opções financeiras recorrer-se-á a vários métodos de avaliação, à sua comparação e aferição do seu valor face ao preço de emissão.

A presente dissertação é constituída por seis capítulos, organizados da seguinte forma: o primeiro capítulo diz respeito à introdução, seguido do segundo capítulo acerca do enquadramento teórico, sendo que, no terceiro capítulo será apresentada a revisão da literatura. No quarto e quinto capítulo, descrever-se-á a metodologia adotada no presente estudo e os resultados obtidos, respetivamente. Por fim, no sexto e último capítulo, serão expostas as conclusões deste trabalho.

---

## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

---

No presente capítulo, pretende-se apresentar um breve enquadramento teórico do tema em estudo abordando conceitos fundamentais para a compreensão do mesmo. Neste sentido, começar-se-á pela caracterização dos Produtos Estruturados Financeiros ao nível da sua estrutura base, seguido das suas características específicas e, por fim, da sua evolução.

### 2.1.PRODUTOS ESTRUTURADOS FINANCEIROS

No início dos anos de 90, com o intuito de aumentar o investimento, a engenharia financeira focou-se em criar ideias inovadoras com pagamentos sofisticados que se baseassem em todo os tipos de ativos. Assim, começaram a surgir nos mercados financeiros da Europa os produtos estruturados, que consistem num tipo de produtos financeiros cujo perfil de risco e rentabilidade emerge da junção de dois ou mais instrumentos financeiros, em que pelo menos um é um derivado, o qual está dependente da evolução de outros ativos, designados por "ativos subjacentes" que podem ter, entre outras formas, a de índices, *commodities* ou moedas (Burth *et al*, 2001; CMVM, 2012b).

Dada a sua rentabilidade incerta, devido à sua dependência da evolução dos ativos subjacentes, os produtos estruturados são concebidos atendendo, sobretudo, aos objetivos e expectativas dos investidores (por exemplo, obtenção de melhor rentabilidade, usufruir de um rendimento periódico, existência de proteção de capital) e dos emitentes (por exemplo, custos de transação, comissões), assim como à sua evolução futura nos mercados financeiros (Bouzoubaa & Osseiran, 2010, p.19). Após a recolha da informação necessária procede-se à definição das características particulares e específicas na génese de cada produto, nomeadamente na escolha do ativo subjacente e dos derivados a incluir de forma a obter-se uma melhor rentabilização do investimento (Hull, 2015, p.193; London Stock Exchange, 2013).

#### 2.1.1.PRODUTO ESTRUTURADO

O produto estruturado na sua natureza de conjugação de componentes dificulta muitas vezes a análise correta do seu valor. Todas as análises de complexidade devem ter em conta as exigências do tipo de investimento assim como a estratégia usada (Hull, 2015, p.213-214). No produto estruturado a sua flexibilidade e a sua abordagem ao investimento é onde reside

a sua força, uma vez que podem ser emitidos com ou sem garantia de capital sendo constituído por um ou mais componentes. Esta vertente permite uma remuneração fixa (uma obrigação) ou uma remuneração variável, sujeita à evolução de um dado subjacente. Este produto dá possibilidade ao investidor de uma proteção do capital (total ou parcial), a que se junta um desempenho vinculado a outro ativo subjacente e a um grau variável de alavancagem. Usualmente, um produto estruturado é construído com base em duas componentes (Bøe, 2007):

1) Remuneração fixa: de uma forma geral, permite obter grande parte ou até mesmo a totalidade do investimento inicial no final da maturidade, por exemplo, através de um investimento em obrigações;

2) Remuneração variável: é composta pelos instrumentos de derivados e dada a presença/utilização de uma ou mais opções (por exemplo, *call spread*, opções exóticas) permite ao investidor a participação no mercado do ativo subjacente ao produto. A rentabilidade pode ser única aquando do vencimento ou assumir a forma de cupões regulares ao longo do período de vida do produto, em datas estabelecidas previamente.

Como referido anteriormente, os produtos estruturados podem ser emitidos com ou sem garantia de capital, isto é, o investidor pode optar por escolher uma estratégia de investimento que lhe possa garantir o capital do investimento feito, por exemplo, investir em uma obrigação ou, por outro lado, o mesmo investidor pode ser mais arrojado e escolher uma estratégia sem capital garantido ficando sujeito à evolução de um ativo subjacente como as opções.

### **2.1.2 CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS ESTRUTURADOS FINANCEIROS**

Na presente secção, passar-se-á à descrição aprofundada das características específicas dos produtos estruturados ressaltando que, como referenciado precedentemente, estes mesmo produtos aquando da sua génese, devem compreender determinadas características específicas consoante os objetivos a alcançar, quer por parte dos emitentes, quer por parte dos investidores, existindo assim uma panóplia de possibilidades de modelos na sua concepção podendo ser emitidos sob a forma de seguros, obrigações, depósitos, fundos, entre outros (CMVM, 2012b).

Segundo Weithers (2006, p.205-217), um aspeto a ter em conta na escolha aquando da génese e/ou análise das características do produto estruturado é verificar o seu tipo de estrutura tendo em conta o seu *payoff*. Como tal, este sugeriu a classificação em dois tipos:

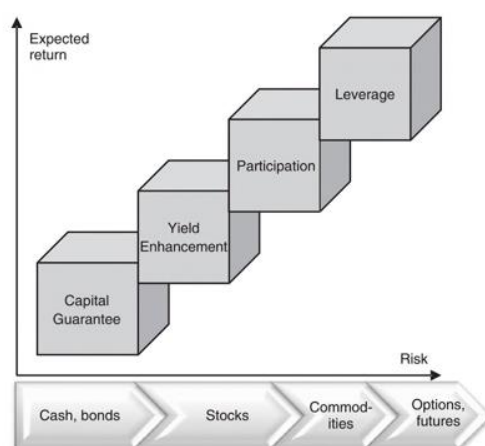
1) instrumentos com o *payoff* convexo e 2) instrumentos com *payoff* côncavos. Os primeiros dizem respeito à combinação de uma aplicação de taxa fixa com a compra de uma ou mais ações, tais como juros, *comodities* ou moedas, onde o investidor perde parcialmente, ou poderá perder a totalidade do valor do rendimento. Por sua vez, os instrumentos com *payoff* côncavas representam a combinação da compra de um ativo e a venda de uma opção. Neste caso, o investidor corre o risco parcial ou total de perder todo o capital ganho quando o produto chega à maturação devido ao grau de risco que lhe é associado. Este mesmo risco faz com que a opção, por exemplo, a *call spread* desvalorize e faça com que o investidor tenha rentabilidade negativa.

Os emitentes e os investidores devem ainda ter em conta as seguintes considerações (London Stock Exchange, 2013):

- O período e preço de subscrição, em que o preço de subscrição diz respeito ao valor que será investido nos produtos estruturados. Este poderá ser igual ao valor nominal de obrigações quando a emissão é “ao par” ou inferior ao valor nominal quando a emissão é “abaixo do par”. Por sua vez, o período de subscrição consiste no intervalo de tempo que antecede a emissão da obrigação e durante o qual se processa a campanha de subscrição;
- A maturidade diz respeito à duração dos produtos estruturados, do qual o prazo de subscrição poderá ser curto (três a quatro meses), médio (um a dois anos) ou longo (superior a três anos). Importa referir que, embora esteja estabelecida uma data pré-definida do vencimento, existem produtos que podem ter o seu fim mais cedo que o esperado por opção do emitente, do investidor ou automaticamente, caso uma dada condição se verifique ao longo do período de vigência do produto;
- A proteção de capital representa a rentabilidade/reembolso que poderá ou não ser conseguido do capital investido. Existem produtos estruturados que visam obter a totalidade do capital investido, no entanto, há aqueles dos quais apenas se obtém uma parte, assim como também existem aqueles que não garantem qualquer valor do capital investido. Usualmente, a proteção do capital, quando presente, está garantida até à maturidade.
- O(s) ativo(s) subjacente(s) podem ser encontrados sob a forma de uma ação/cabaz de ações nacionais e/ou internacionais, um índice/cabaz de índices acionistas, taxas de juro, taxas de câmbio ou mercadorias.

### 2.1.3 EVOLUÇÃO DOS PRODUTOS ESTRUTURADOS

Ao longo do tempo, as transformações e os avanços no mercado financeiro resultaram numa grande variedade de produtos estruturados que, segundo Blümke (2009, p.33-69), podem ser distribuídos, atendendo ao seu perfil de risco- rentabilidade em quatro classes: 1) *Capital Guarantee*, 2) *Yield Enhancement*, 3) *Participation* e 4) *Leverage* como a Figura 2.1 ilustra.



**Figura 2.1 – Representação clássica dos produtos estruturados**

**Fonte:** Adaptado de Blümke, 2009, p.33-69

Atendendo à Figura 2.1, num primeiro momento, podemos visualizar o *Capital Guarantee*, onde se englobam os produtos estruturados que apresentam maior risco e maior rentabilidade como, por exemplo, as obrigações. Verificamos ainda que, ao aumentar a expectativa de retorno, estamos obrigatoriamente a aumentar o risco do produto onde pretendemos investir. Por exemplo, um depósito tem um risco menor do que um produto estruturado, mas tem muito menos rentabilidade. Estes possuem a vantagem que, aquando da maturidade o capital investido, este não seja perdido, dado que está dependente do desenvolvimento do ativo subjacente. Por oposição, temos os *Leverage* que dizem respeito aos *warrants* que apesar de não se caracterizarem como produtos estruturados (são garantias) verifica-se também que as participações podem ser consideradas como investimento dado que, sendo uma garantia, o investidor sente a segurança de ter o investimento salvaguardado, tendo em vista o capital garantido que o mesmo oferece (Blümke, 2009, p.33-69; Pinto, 2014). No *Yield Enhancement* encontra-se a classe com a maioria dos produtos estruturados presentes na Europa, cujas características centram-se na possibilidade de permitir uma rentabilidade maior em

comparação com os instrumentos de taxa fixa. Contudo, o capital investido não se encontra garantido, mas poderá existir uma barreira que visa limitar a perda (Blümke, 2009, p.33-69; Pinto, 2014). Por fim, os produtos classificados como *Participation*, são produtos que não possuem garantia de capital e não pagam cupão apesar de permitirem uma participação parcial, total ou alavancada num ativo subjacente de risco elevado. Caracteriza-se por ser um investimento com um risco muito alto o que torna a estratégia de investimento a definir o ponto marcante deste investimento. Este produto é muito apreciado por investidores que investem simultaneamente em diversos produtos dado que possibilita maior probabilidade de obter grande rentabilidade.

## 2.2.INSTRUMENTOS DERIVADOS – OPÇÕES

O instrumento derivado mais comum na construção de um produto estruturado é a utilização da opção ou de uma grande variedade de opções em simultâneo potenciando assim a sua complexidade. As opções diferem substancialmente dos contratos a termo e futuros, na medida em que, contrariamente a estes, uma opção dá ao titular o direito e não a obrigação de comprar ou vender um ativo mediante o pagamento de um prémio ao emitente da opção (Bouzoubaa & Osseiran, 2010, p.31-47; Casey & Lanoo, 2004, p. 53-58).

Atualmente, os ativos subjacentes são negociados através de opções, onde a duração do contrato, o prazo do vencimento e o preço de exercício são características de grande relevo e devem ser tomadas em consideração dada a sua influência no perfil de risco (Bouzoubaa & Osseiran, 2010, p.31-47; Casey & Lanoo, 2004, p. 53-58).

Entre outros autores, Bouzoubaa e Osseiran (2010, p.31-47), Hull, (2015, p.321-346), Casey e Lanoo (2004, p. 53-58) e Martinkuté-Kaulienė (2012), referem que existem dois tipos de opções, as quais podem ser designadas por produtos de *plain vanilla*:

1. Opção call, em que o titular tem o direito, mas não a obrigação, de adquirir um ativo, numa determinada data e período de tempo por um determinado *strike* (preço de exercício);
2. Opção put, onde o titular possui o direito, mas não a obrigação, de vender um ativo por um determinado *strike* e tempo.

As opções podem ser ainda classificadas em duas categorias distintas, atendendo ao seu exercício: 1) europeias ou 2) americanas. A distinção ocorre na medida em que as opções europeias apenas podem ser exercidas na data de vencimento (e são mais fáceis de analisar),

contrariamente às opções americanas (as mais utilizadas nas bolsas) que podem ser exercidas em qualquer altura, desde que não se ultrapasse o prazo de vigência do contrato (Bouzoubaa & Osseiran, 2010, p.19-29).

### 2.2.1 OPÇÕES: COMO CHEGAR AO “PREÇO CERTO”?

Devido à complexidade existente na avaliação dos contratos de opções os principais estudos científicos são dedicados exclusivamente à análise de métodos relacionados com a fixação do preço das opções (Martinkutė-Kaulienė, 2012).

Na literatura, o modelo mais comum é o modelo *Black-Scholes* (1973). Este modelo baseia-se na teoria de que todos os mercados são livres de arbitragem e pressupõe que o preço do ativo subjacente é caracterizado por um movimento *Browniano Geométrico*. Usualmente, é utilizado na fixação do preço de opções europeias dada a existência de uma solução analítica para seu preço (Hull, 2015, p.274-300; Martinkutė-Kaulienė, 2012). Este modelo segue uma fórmula que permite calcular o prémio da opção considerando o valor atual do ativo subjacente, o preço de exercício ou *strike price*, o preço atual da ação ou *stock price*, a volatilidade histórica, taxa de juro sem risco, a maturidade e o valor da distribuição acumulada. Este modelo assume uma distribuição normal da rentabilidade do ativo subjacente, ou seja, uma variável aleatória  $X$  segue uma distribuição logarítmica normal (*log-normal*) se esta possuir uma distribuição normal, em que uma variável aleatória *log-normal* assume valores entre 0 e infinito contrariamente à distribuição *normal standard*. A distribuição logarítmica normal não é simétrica e, como tal, a média, a mediana ou a moda não coincidem.

Neste contexto os rendimentos das ações são normalmente distribuídos e as cotações seguem uma distribuição *log-normal* pelo que não podem apresentar valores negativos (Hull, 2015, p.314-316). É possível ainda encontrar um modelo simplificado do acima referido, que consiste numa rede binomial em que se assume que no final de cada período existe a probabilidade  $p$  de o preço subir e a probabilidade  $1-p$  de o preço descer, em que se considera a flutuação do preço do ativo subjacente em tempo discreto, cuja utilização é passível de ser verificada tanto em opções europeias como em opções americanas (Hull, 2015, p.321-346; Martinkutė-Kaulienė, 2012). Após a aplicação dos métodos anteriores descritos é necessário aplicar outro método numérico de forma a avaliar o preço das opções denominado por Simulação de Monte Carlo. Este pressupõe que para avaliar uma opção é necessário encontrar o valor esperado do preço do ativo subjacente na data de vencimento. Dado que o preço é

uma variável aleatória a simulação é uma forma possível de chegar ao valor esperado. Este possui como vantagem a possibilidade de ser ajustado a qualquer tipo de opção (Hull, 2015, p.354-366; Martinkutė-Kaulienė, 2012).

Relativamente ao preço da ação e ao preço de exercício verifica-se que as opções de venda têm uma dinâmica oposta relativamente às opções de compra, na medida em que as opções de venda tornam-se menos valiosas à medida que os preços das ações aumentam e mais valiosas à medida que o preço de exercício aumenta (contrariamente ao constatado com as opções de compra) (Hull, 2015, p.213-222; Martinkutė-Kaulienė, 2012).

No que toca ao tempo da maturidade, em ambas as opções, quer nas americanas, quer nas europeias, *put e call*, verifica-se que estas se tornam mais valiosas à medida que o prazo de maturidade aumenta, ou seja, quando uma opção apresenta um período de tempo mais longo deverá valer tanto ou mais quanto a opção com o período de tempo mais curto.

Após análise de opções verificou-se que os investidores tendem a comprar contratos de opção em bolsa do tipo americano e que, por sua vez, quando realizam a venda este tende a realizar contratos de venda do tipo europeu. A principal razão é que a restrição no momento da venda imposta, pelo conceito de uma opção europeia, está alinhada com o objetivo do investidor, ou seja, adquirir uma opção de venda do tipo *hedge* (Hull, 2015, p.213-222; Martinkutė-Kaulienė, 2012).

Grande parte dos instrumentos financeiros podem apresentar comportamentos com grandes variações ao longo do tempo, assim como períodos em que não se verifica qualquer alteração. Esta característica de difícil observação diz respeito à volatilidade. De uma forma geral, a volatilidade é uma medida que corresponde à incerteza sobre os movimentos futuros dos preços das ações (Hull, 2015, p.213-222; Martinkutė-Kaulienė, 2012). Em termos estatísticos, a volatilidade representa o desvio padrão condicional de um instrumento financeiro. Usualmente, quanto maior a volatilidade, maior será o risco. No caso do detentor de uma opção de compra este beneficiará dos incrementos de preço, tendo um risco de queda limitado no caso de reduções de preço, pois o máximo que poderá perder é o prémio pago da opção (Hull, 2015, p.213-222; Martinkutė-Kaulienė, 2012). Já o detentor de uma opção de venda beneficiará das diminuições de preço, mas terá um risco de queda limitado no caso de aumento de preços. Assim sendo, tanto os prémios das opções de compra e de venda aumentam à medida que a volatilidade também aumenta.

A volatilidade pode ser dividida em três tipos 1) histórica ou estatística, 2) futura e 3) implícita. A volatilidade histórica mede as variações nos preços ocorridos no passado. Neste tipo, vários autores alertam para a necessidade de os dados históricos serem tratados de forma diferenciada, no sentido dos acontecimentos mais recentes terem sobreposição sobre os mais antigos. Por sua vez, a volatilidade futura diz respeito às expectativas de variações futuras nas cotações tornando-se, assim, mais difícil de estimar. Pode ser avaliada de várias formas através de modelos do tipo ARCH - *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (Engle, 1982). Por último, a volatilidade implícita refere-se ao valor que torna o preço de mercado da opção igual ao preço teórico obtido por um modelo de valorização de opções (Bouzoubaa & Osseiran, 2010; Martinkutė-Kaulienė, 2012).

O modelo GARCH – modelo autorregressivo de heteroscedasticidade condicional generalizado, extensão do modelo ARCH, proposto por Bollerslev (1986) é um dos mais utilizados na determinação da volatilidade.

No que concerne à taxa de juro isenta de risco verifica-se que à medida que as taxas de juro na economia aumentam, o que revela que a economia se encontra em queda, a rentabilidade esperada e exigida pelos investidores tem tendência a crescer fazendo com que o preço das ações tende a cair. Tal pode levar à diminuição do valor de opção *call* e levar ao crescimento do valor das opções *put*. O mesmo sucede inversamente, quando existe uma redução da taxa de juro e o aumento do preço das ações associadas poderá verificar-se o aumento do valor de uma opção *call* e a diminuição do valor de uma opção *put* (Hull, 2015, p.200-212). Atendendo ao referido, o investidor ao analisar toda a economia envolvente deve e pode definir logo de início que tipo de investimento vai realizar. O investidor deve ter ainda em conta que os dividendos que se esperam que sejam pagos têm o efeito de reduzir o preço das ações na data ex-dividendo, isto é, o investidor ao ter recebido dividendos do investimento que fez vai reduzir o valor total a receber. Tal, representa uma má notícia para o valor das opções de compra e uma boa notícia para o valor da opção de venda, pois é considerado um dividendo cuja data ex-dividendo acontece durante a maturidade de uma opção.

Assim sendo, o valor da opção está negativamente relacionado ao tamanho do dividendo se esta for de compra e positivamente relacionada ao tamanho do dividendo se for de venda.

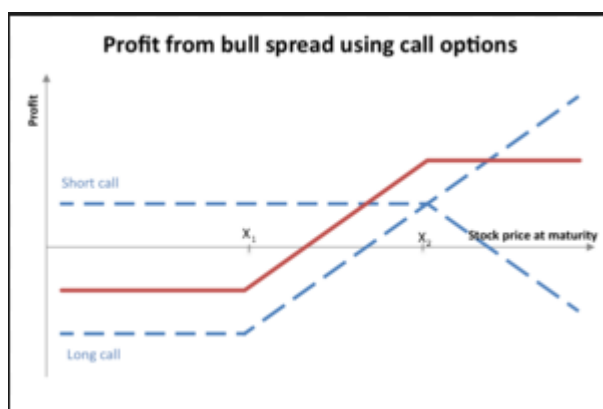
## 2.3. PRODUTOS ESTRUTURADOS COM *VERTICAL BULLISH SPREAD*

Um *vertical bullish spread* consiste numa estratégia que envolve a compra do mesmo tipo de opções e, simultaneamente, a venda de um número igual de opções do mesmo ativo subjacente com a mesma data de vencimento, mas com preços de exercício diferentes. Por outro lado, o *vertical bearish spread* é um termo usado no mercado financeiro para definir uma expectativa de queda de preço de um ativo.

O termo *vertical* vem da posição dos preços *strike* em contraste com um *spread*, que é a compra e venda simultânea do mesmo tipo de opção com o mesmo *strike*, mas com datas de vencimento diferentes. Essa mesma estratégia é definida por uma estratégia otimista, usando o aumento vertical de forma a que o preço do ativo subjacente aumente moderadamente.

### 2.3.1. *VERTICAL BULLISH SPREAD*

Existem dois tipos de *vertical bullish spread* - *call* ou *put*. A *vertical bullish spread* é uma estratégia diferente de *spread* de opções, em que simultaneamente o comprador adquire um número de opções e ao mesmo tempo vende um número igual de opções, sendo que as vendas são da mesma classe, têm o mesmo ativo subjacente, a mesma data de vencimento, mas terão um preço de exercício diferente. Esta estratégia visa limitar o risco envolvido na transação de opções, mas ao mesmo tempo reduz o potencial lucro, pois este cenário é tipicamente visto quando os mercados se encontram em alta, ou seja, quando as ações estão a chegar ao pico e os ganhos são mais difíceis de alcançar (Hargrave, 2019).



**Figura 2.2 – Representação *vertical bullish spread***

**Fonte:** Nilsson, 2015

O *vertical bullish spread*, como podemos observar na Figura 2.2, acontece quando o negociador de opções é otimista sobre o ativo subjacente e, portanto, serão projetadas para lucrar com um aumento no preço do ativo subjacente. O *vertical bullish spread* pode ser construído usando *calls* ou *puts* onde estas são conhecidas como *bull call spread* e *bull put spread*, respetivamente. Embora tenham perfis semelhantes de risco/recompensa, o *bull call spread* é a compra de uma opção de compra e venda de outra com o mesmo vencimento ao maior preço de exercício, enquanto o *bull put spread* é a venda de opção de venda e a compra de uma opção de venda com o mesmo vencimento e ao maior preço de exercício.

A parte *bullish* procura tirar proveito de um movimento *bullish*, ou seja, se a opção adquirida entre duas opções em causa for justamente a opção que possui um preço de exercício mais elevado. Assim podemos dizer que uma estratégia *Spread Vertical é Bullish* se, aquando da aquisição, a opção for aquela com maior prazo de vencimento (Kolb & Overdahl, 2007).

Para se perceber melhor esta estratégia o investidor ao encurtar o chamado *out-of-the-money* está a reduzir o custo ao estabelecer-se na posição *bullish*, mas abdica da obtenção de um grande lucro no caso de o preço do ativo subjacente disparar. Isto é, um investidor que deseja adquirir um produto que esteja a valorizar pode fazer num *spread vertical* de compra em alta, ou seja, o investidor compra uma opção de uma empresa pelo valor do preço de exercício e vende uma opção de compra *out-of-the-money* com um preço de exercício superior. Na data do vencimento, se o preço do produto estiver a ser negociado abaixo do preço, aquando da compra da opção de compra, o investidor exerceria a sua ligação.

---

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

---

O desenvolvimento da economia mundial, a par com o desenvolvimento da engenharia financeira por parte dos investidores, foi acompanhado por diversos estudos de investigação sobre produtos estruturados, opções e ainda sobre as diversas estratégias a aplicar a estes ativos financeiros. Os estudos efetuados incidem, principalmente, sobre os mercados onde o crescimento destes ativos foi mais acentuado, permitindo assim uma visão mais ilustrativa e representativa do mercado financeiro (Entrop *et al*, 2016).

O presente capítulo diz respeito ao levantamento e respetiva síntese da produção científica na área temática em estudo: atribuição de preço aos produtos estruturados com *vertical bullish spread*. Este capítulo encontra-se dividido em três subcapítulos: produtos estruturados, opções e produtos estruturados com *vertical bullish spread*.

#### 3.1 PRODUTOS ESTRUTURADOS

Como referido anteriormente, os produtos estruturados têm o seu início na década de 90, nos Estados Unidos da América. Chen e Kessinger (1990) protagonizaram um dos primeiros estudos neste âmbito, onde a sua análise incidiu na comparação da volatilidade do *Market-Index Certificates Deposits* (MCIDs) (considerado em 1987 como produto do ano) com a volatilidade das opções no *New York Stock Exchange* (NYSE) entre janeiro de 1988 e janeiro de 1989. Os autores verificaram uma diferença significativa de preços em que a diferença encontrada entre os MCIDs de emitentes distintos foi também encontrada para os emitentes com tipos de prazo de vencimento diferentes.

A relevância dos MCIDs para os produtos estruturados revelam-se no investidor ao lhe interessar fazer uma salvaguarda de algum valor monetário por um período restrito servindo como um certificado de depósito. Desta forma, concluíram que este mercado é de especial interesse, quer para emitentes, quer para investidores, pois podem comprar MCIDs e utilizá-los como cobertura sem ser preciso vender a posição à vista, visto que esta forma de investimento contém uma operação de cobertura de risco, assumindo num tempo futuro a posição oposta aquela que se tem no mercado.

A maioria dos estudos cingiram-se à análise comparativa entre o preço de emissão (mercado primário) e o preço de fecho (mercado secundário) e dão conta da existência de um *overpricing* significativo a favor do emitente (Burth *et al*, 2001; Grünbichler & Wohlwend, 2005).

A título de exemplo, Wallmeier (2011) verificou que, no fim da falência do *Lehman Brothers*, o mercado primário de produtos estruturados encontrava-se sobrevalorizado em cerca de 2% a 6% do seu valor teórico correspondendo a uma diferença de preço elevada, apesar de não ser explícito para o investidor. Aquando da emissão dos produtos estruturados existem diversos custos inerentes à sua criação que são suportados pelo emitente. Atendendo ao exposto, se no mercado primário for cobrado um preço superior ao seu valor teórico, esse pode ser justificado através da compensação inerente aos custos anteriormente suportados. Outra conclusão obtida foi o facto de que um produto estruturado pode não ter um preço em linha com o mercado, mas no fim pode ser o melhor negócio para os investidores, já que o produto sem pagamento de cupão é ilustrativo de um mercado mais estável do que com pagamento (Burth *et al*, 2001).

Wallmeier e Diethelm (2009) na avaliação de produtos estruturados com características dos *Multiple Barrier Reverse Convertibles*<sup>1</sup> (MBRC) em vários ativos na proteção de capital, destacaram igualmente o *overpricing* em que os investidores tendem a sobrevalorizar o valor do cupão e a subestimar o risco envolvido. Por sua vez, seguindo a mesma linha de estudos, Grünbichler e Wohlwend (2005) evidenciaram que a avaliação de produtos estruturados sem pagamento de cupão é, em média, claramente mais justa do que a avaliação de produtos com características exóticas e com pagamento de cupão, quer no momento da emissão, quer no mercado secundário.

No que toca ao mercado português de produtos estruturados, embora ainda sejam escassos os estudos foram analisados 108 produtos emitidos no período entre setembro de 2009 e junho de 2011 concluindo-se que, em média, o valor teórico dos produtos estruturados é inferior ao preço da subscrição inicial do produto, quer o risco de crédito esteja incluído ou não (Silva & Silva, 2011). Os autores afirmam que a emissão deste tipo de produto financeiro complexo por emitentes, com baixas notações de crédito, consiste numa excelente oportunidade para um financiamento mais barato face à emissão de obrigações convencionais. Com

---

<sup>1</sup> MBRC - O título oferece um fluxo constante de receita devido ao pagamento de uma alta taxa, além disso, no vencimento do proprietário recebe 100% do valor nominal mesmo que o seu investimento desvalorize, esta salvaguarda é limitada a um número determinado de pacotes.

estes resultados e indo ao encontro do que já vem sendo referido por outros autores, a sobrevalorização está positivamente relacionada com existência de conflitos de interesses entre o emitente e o vendedor do produto com o risco de crédito recair sobre o emitente. Por outro lado, quando os ativos subjacentes são ações ou *comodities* e quando possuem garantia de capital ou a maturidade é mais curta, a sobrevalorização é, em média, inferior. Ainda assim há emitentes que cobram preços mais justos do que outros, correspondendo os *hidden costs* a uma média de 4,9%.

Olazábal e Marmorstein (2010) concluíram que os exemplos ilustrados criam uma imagem distorcida da rentabilidade do investimento real e que os vícios do investidor podem ser estrategicamente alavancados pelo emitente, ou seja, as datas do vencimento a médio prazo, podem corresponder a alturas em que as implicações para os investidores neste tipo de mercado são mais visíveis.

Continuando no mercado de retalho, Bertrand e Prigent (2014) descreveram os produtos estruturados de retalho no mercado francês e examinaram os preços justos no seu início, escolhendo os produtos com maior número de opções e procuraram independentemente do preço que fosse a favor de quem emitisse estes produtos estruturados. Investigaram vários tipos de fundos em que para cada um determinaram o seu valor teórico ou o seu justo valor. Concluíram que o custo de acesso aos produtos estruturados pode ser justificado com uma abordagem compensadora da variação desde que os investidores com baixa literacia não paguem mais do que o seu justo valor e que esses produtos sigam a tendência da alta procura dos clientes.

Alguns estudos procuram explicar o sucesso desta indústria de produtos estruturados relacionando-o com o comportamento dos indivíduos. Helberguer (2012) demonstra que a alta procura dos mesmos levanta várias questões, mencionando que as vantagens neste tipo de produto são reduzidas. Para esta demonstração utilizou como exemplos os custos na forma de pagamento de dividendos e os mercados secundários a preços inflacionados. A compreensão da alta procura pode ajudar a reduzir o erro, o que ajudará a aumentar a eficiência no mercado. Para esclarecerem esta alta procura foi fornecida uma evidência teórica e empírica com base nos resultados da teoria das perspetivas que fornece explicações para os produtos estruturados serem tão atraentes.

Já Hens e Rieger (2009) desenvolveram uma estrutura para o *design* ideal de produtos estruturados (*Notes* vinculadas a ações ou índices) para conseguirem apurar o lucro máximo que o investidor poderia alcançar. Utilizando dados do mercado alemão e suíço, mediram o quão

poderia ser melhorado o potencial dos portfólios dos investidores ao adicionar produtos estruturados e concluíram que, em geral, o mercado de produtos estruturados, sendo um grande negócio para as entidades bancárias, também o é para os investidores, tendo um ganho em utilidade no seu portfólio.

Como referido em estudos anteriormente abordados, existem muitos investidores que possuem portfólios de investimentos com produtos estruturados. Vandembroucke (2015) procurou desenvolver uma análise de equilíbrio em como esta presença pode ser entendida com base na Teoria da Perspetiva, isto é, a análise baseia-se num cenário da teoria para avaliar o valor de um produto. Foram identificados três investidores que mantêm expectativas de rentabilidade e concluíram que a presença dos produtos estruturados nos seus portfólios aumenta o seu valor e recebem um maior peso em potencial se o investidor for menos conservador. Ainda numa perspetiva de avaliação de portfólios, Das e Statman (2012) investigaram produtos estruturados num portfólio comportamental. Este tipo de portfólio caracteriza-se na sua organização por sub-portfólios de custos associados, em que cada um é associado a um objetivo, como uma reforma ou benefício e objetivos específicos. Por outro lado, o risco é assegurado pela probabilidade de descida do nível na conta da sub-carteira. Os autores concluíram que as opções *put* são utilizadas para evitar a perda e as opções *call* são úteis na obtenção de lucro.

Segundo um estudo de Wilkens e colaboradores (2003) acerca dos preços de mercado dos produtos estruturados, foi possível apurar que no mercado alemão quanto maior for o prazo do vencimento, maior a diferença entre os preços dos produtos estruturados e as opções negociadas na bolsa *EUREX*. Entrop e colaboradores (2016) através da observação de uma base de dados composta por 170 *Reverse Convertible* e 740 *Discount Certificated*, analisaram-se as diferenças médias entre os preços conjugadas com o tipo de produto, considerando o emitente e tendo em conta o ativo subjacente. Foi ainda alvo de análise todo o tempo de ciclos de vida como *proxy* para que as cotações do preço dependessem do volume esperado das compras e vendas.

Na Suécia, Frohm (2007) num período compreendido entre janeiro de 2005 e janeiro de 2007, com uma base de dados composta por 22 produtos estruturados que possuíam em comum o ativo subjacente, concluiu que, em média, apenas 0,25% do preço destes é superior quando comparado com os custos de estratégias de duplicação no mercado secundário. Já no mercado brasileiro, Campanhã (2007) analisou os preços de emissão dos produtos estruturados no mercado primário vinculados ao mercado de ações. A análise incidiu sobre dois

tipos específicos de produtos estruturados: o *Reverse Convertible* (negociado no mercado internacional) e o *Capital Protegido Ibovespa* (comercializado no mercado brasileiro). O autor estudou 459 ofertas de emissão primária no mercado externo e 8 operações no mercado interno. Os valores de emissão primária foram comparados com os valores de carteira equivalente no mercado de renda fixa de opções, tendo assim chegado ao resultado de 4% para os do tipo *Reverse Convertible* e de 2,02% para os fundos, evidenciando resultados favoráveis para o emitente.

Ainda no mercado brasileiro, mas agora numa tentativa de compreensão do funcionamento dos fundos garantidos, Andrade (1998) estudou estes fundos num período compreendido entre agosto de 1996 e junho de 1997. O objetivo era explorar a atribuição de preço e *hedging* mediante uma simulação histórica. Apesar dos erros, os resultados mostraram que os fundos foram vendidos com lucro, ou seja, depreende-se que a margem de ganho do fundo hipotético foi de 8,28%, cabendo à taxa de administração do mesmo fundo 3% e de 5,28% de margem adicional.

Numa tentativa de obter uma correlação *default* apropriada para os produtos estruturados, Nickerson and Griffin (2017) propuseram várias estruturas em que cada uma é considerada conjuntamente com o papel dos co-movimentos com características de risco modelado, sistemático e não modelado ou frágil, tornando estas estruturas frágeis. Os autores utilizaram um modelo de dados pré-crise chegando à conclusão de que as correlações usadas pelas agências de *rating* para CLO's (Obrigações de Empréstimos Garantidos) foram menores do que as obtidas. O desvio padrão das agências era apenas de 0,01% na altura de pré-crise em comparação ao período pós-crise, onde se obteve 0,03%. Contrariamente, o conjunto de fatores de risco observáveis levou a uma estimativa mais alta de 0,12%, verificando-se que os autores mostraram que isso se traduz nas CLO's (Obrigações de Empréstimos Garantidos) com risco de crédito subestimado em 26% no período subjacente à crise económica.

Peng e Chen (2014) tentaram solucionar os problemas de planeamento avançado com vários tipos e níveis de produtos estruturados. Estes construíram um novo método baseado na resolução interativa de *branch and bound algoritmo* com o intuito de minimizar o custo total. Os autores conseguiram provar que este modelo é mais eficaz que o método tradicional de

MIP (*Mixed Integer Programming*<sup>2</sup>) dado que se verificou que a estratégia de derivação de restrição binária é melhor.

Por forma a tentar explicar a procura de investidores de produtos estruturados numa estrutura onde se maximizar a rentabilidade, Hens e Rieger (2014) mostraram que os agentes bancários ganham com os produtos quando estes têm investidores clássicos, pois são aqueles que são propensos ao risco constante ou absoluto. Tal resultado vale se os investidores puderem negociar continuamente o ativo livre de risco, bem como portfólio de mercado sem custos ou se podem apenas comprar os ativos e mantê-los até ao vencimento do produto estruturado. Assim sendo, concluíram que ao considerarem funções de utilidade comportamental como a *prospect theory*<sup>3</sup> o ganho de utilidade pode ser considerável.

Scherther (2014) investigou os efeitos da concorrência direta e indireta nos produtos estruturados relativamente ao *overpricing* de certificados de desconto na Alemanha. Para entender o efeito da concorrência direta, o autor argumenta que as margens de duplicação superam as dos problemas isolados, porque os investidores de retalho procuram mais pela duplicação do que por questões independentes. Em primeiro lugar, para evidenciar esse raciocínio, fizeram uma análise aquando da sua emissão, pois existe uma grande probabilidade de a duplicação ser mais facilmente negociada do que as emissões independentes. Em segundo lugar, determinaram quais os certificados independentes que estão pendentes e que obterão duplicações. Assim, chegaram à conclusão de que vale a pena os emitentes englobarem concorrentes diretos de mercado com a indicação de uma ligação potencial entre a fixação de preços dos emitentes e o comportamento de emissões de outros.

Cao e Rieger (2012) procuraram discutir as limitações do regulamento da União Europeia (UE, *Euratom* n°966/2012) para os produtos financeiros em que o VAR (*Value at Risk*) é a referência para a avaliação dos riscos dos produtos estruturados. Os produtos com uma rentabilidade esperada passam a ser projetadas aos investidores que seguem uma simples estratégia de maximização da rentabilidade esperada sendo que, dentro de uma determinada categoria de risco, serão levados a consumir riscos inadequados.

Sobre o problema de maximização da medida de desempenho dos produtos estruturados Hentanti-Kaffel (2016) definiu o problema de otimização da estrutura para os produtos

---

<sup>2</sup> *Mixed Integer Programming* - Otimização matemática ou programável de uma viabilidade no qual algumas ou todas as variáveis são restritas a serem inteiro.

<sup>3</sup> *Prospect Theory* - A teoria de perspectiva diz respeito às perdas e ou ganhos que são avaliados de forma diferente e, portanto, os investidores tomam decisões com base em ganhos ou perdas.

*plain-vanilla*. Para tal, considerou duas abordagens, uma baseada na maximização dos índices da família *kappa* e a segunda baseada numa abordagem probabilística. Chegou à conclusão de que a principal contribuição se encontra na otimização da performance que não são crescentes e côncavas como no índice de *Sharpe*<sup>4</sup>. Isto é, os investidores suportam perdas nos mercados financeiros que são relativamente estáveis.

Chao-Hung (2014) analisou, no mercado de retalho em Taiwan, a atitude dos tribunais quando recebiam queixas na venda incorreta de produtos estruturados e concluiu que, depois do investidor assinar o documento contratual, o tribunal dificilmente teria uma decisão favorável na tentativa de resolver este problema. Ainda no mercado asiático e também pela via jurídica, através da lei *Dodd-Frank*, os gigantes bancários são obrigados a submeterem-se, anualmente, a testes que medem sua resistência a crises financeiras.

Chang e colaboradores (2015), através de dados de Hong Kong, descobriram que os investidores adquirem 8% mais produtos estruturados quando esta lei não é imposta e que tal torna-se mais visível em investidores com menos recursos financeiros.

Deixando o mercado asiático, Edwards (2013) resumiu as principais características sobre o julgamento que aconteceu no final de 2012, nos tribunais australianos, que levou ao colapso do valor dos produtos de crédito estruturado com o deslocamento generalizado do mercado global de tais produtos. Este concluiu que a causa para o colapso foi a alta classificação dada pelas instituições e que este mesmo fator levou à clarificação dos dados de aquisições aquando da compra feita pelos investidores.

### **3.2 DOS PRODUTOS ESTRUTURADOS SIMPLES AOS MAIS COMPLEXOS**

No âmbito dos primeiros estudos realizados, temos o desenvolvimento do modelo de *Black-Scholes* (1973) que foi desenvolvido com base em equações diferenciais parciais em relação a rendimento de ações. A não existência de oportunidades de arbitragem, entre o ativo subjacente e a opção é um pilar na modelização de um processo estocástico associado ao comportamento do preço do ativo. Assim conseguiram provar que qualquer ativo financeiro pode ser replicado através de diversas opções de compra e venda. Sendo que, com a ausência de

---

<sup>4</sup> Índice de *Sharpe* – Importante indicador financeiro que avalia, além da rentabilidade, o risco de um investimento.

arbitragem, é provável que exista uma carteira de mercado eficiente, em que todos os ativos podem ser avaliados segundo uma função linear. Este modelo serviu em particular para que num caso em que os preços das ações seguem uma distribuição logarítmica normal, a ideia fundamental subjacente fosse a utilização de uma carteira que replicasse o ativo subjacente e o empréstimo sem risco para a cobertura do risco na opção. Assim, obtém-se um equilíbrio parcial ou uma avaliação relativa, dado que os preços das opções são determinados em relação ao ativo subjacente.

Se for utilizada a fórmula do modelo de *Black-Scholes* mantendo-se as premissas básicas da volatilidade constante do processo estocástico, torna-se determinante para que a trajetória do ativo-subjacente siga o movimento *Geométrico Browniano* (Merton, 1973).

Este movimento teve um papel preponderante na avaliação de opções com barreira<sup>5</sup>, mais propriamente através da fórmula do tipo *down-and-out*. Esta fórmula consiste no preço do ativo subjacente começar acima do nível da barreira e ter de descer e tocar na barreira para que a opção se extinga. Este foi o primeiro passo na elaboração de uma fórmula generalizada para os mais diversos tipos de opções com barreira. A equação desenvolvida tem duas restrições: 1) a que consiste em que a opção se extinga e o valor da barreira seja alcançado em qualquer instante na maturidade da opção e a 2) só se aplica às opções do tipo europeu. Assim, Merton (1973) concluiu que o modelo de *Black-Scholes* pode ser derivado de suposições mais fracas do que na sua fórmula original.

As principais atrações deste modelo desenvolvido consistem no facto de que a derivação é baseada numa condição fraca para evitar o domínio e a fórmula final é uma função de variáveis “observáveis” em que o modelo pode ser de maneira direta alongado para determinar o preço racional de qualquer tipo de opção.

Continuando na utilização do modelo de *Black-Scholes* na análise a modelos de avaliação de opções, Cox e Ross (1979) desenvolveram, com maior pormenor, o modelo binomial, sendo este expresso graficamente por um diagrama denominado por árvore binomial que representa os diferentes caminhos que podem ser seguidos pelos preços do ativo subjacente durante a vida da opção.

---

<sup>5</sup> Opções de barreira - tipo de opções exóticas onde o direito de exercício do contrato depende se o preço do ativo subjacente atingir ou não um determinado nível, designado por barreira.

Conclui-se assim que, a partir daquele momento, deveria ficar claro que sempre que os movimentos dos preços das ações estivessem em conformidade com um modelo, as opções podiam ter um preço apenas com base em considerações de arbitragem.

Em 1977, Boyle desenvolveu o método de Simulação Monte Carlo aplicado à área financeira tendo resolvido alguns problemas na avaliação de opções. A Simulação foi adaptada para quando a solução analítica não se encontrava disponível, tendo assim uma grande utilidade para a avaliação de derivativos. Para aumentar a eficácia do modelo o autor utilizou a técnica de redução da variância. Este modelo simula o processo que gere o preço do ativo-subjacente baseando-se numa probabilidade de risco neutral para obter numericamente o valor da opção.

O preço do ativo desde a data inicial até ao vencimento das opções é simulado inúmeras vezes, onde se calcula o valor esperado da opção como sendo igual ao valor presente da média de todos os preços para a opção do vencimento. Mais tarde, Broadie e Glasserman (1996), atendendo à Simulação de Monte Carlo, apresentaram dois métodos, o método de *pathwise method* e o *likelihood ratio method*. O primeiro método usa a dependência do *payoff* de segurança, já o segundo consiste na utilização da dependência da densidade da probabilidade subjacente no parâmetro de interesse a qual é explorada para obter informações derivadas. Os autores concluíram que a principal vantagem destes dois métodos diretos é a redução do tempo necessário para o processamento da simulação. É ainda defendido que estes métodos fornecem estimativas diferentes que, geralmente, ocorrem com a simulação sendo ainda possível aplicar em opções asiáticas e em opções com volatilidade estocástica.

Na procura de soluções que expliquem a estrutura de problemas das opções e desenvolvendo uma nova técnica para a sua solução, Cox e Ross (1976) consideraram que a volatilidade do preço do ativo subjacente poderá variar em função do nível do preço do ativo, de tal forma que a elasticidade da variância é constante. Sendo que o modelo desenvolvido de *pure jump*<sup>6</sup>, assume que os preços do ativo subjacente se situam próximos entre si, mas poderão esporadicamente variar com grande amplitude.

O aperfeiçoamento feito por Ahn e colaboradores (1999), no método trinomial *Adaptive Mesh Model* (AMM), consistiu na aplicação de uma malha de alta resolução em determinadas partes da árvore trinomial permitindo assim reduzir o erro que é inerente aos modelos

---

<sup>6</sup> *Pure jump* – variável alternativa para a teoria das probabilidades modelado com um processo de *Poisson* simples ou complexo

numéricos em geral. Estes apresentam três tipos diferentes da estrutura AMM: 1) uma para avaliação de opções, 2) uma para avaliação de opções com barreira e, por último, 3) para o cálculo do delta e do gama. Assim, a técnica apresentada está relacionada com a construção desta malha mais fina para onde haja problemas de não-linearidade do preço da opção. Concluíram que a inclusão do AMM reduz o erro de não-linearidade com um tempo de processamento menor. Utilizando este modelo para a avaliação de opções de barreira partiram de um modelo trinomial gerado a partir de um processo de difusão para o preço do ativo-subjacente baseado no movimento geométrico *browniano*. Verificaram que consistia numa estimativa AMM especialmente eficaz para as opções com barreira de preços discretos. Foi possível apurar que um AMM com 60 etapas de tempo tem uma precisão dez vezes maior que uma trinomial de 5000 passos, sendo executado 1000 vezes mais rápida.

De acordo com o que foi mencionado no capítulo correspondente ao enquadramento teórico, o pagamento de uma opção de barreira depende se o preço, índice ou taxa de um ativo específico atinge ou não, um nível específico durante a vida útil da opção.

Atendendo ao exposto, Broadie e Glasserman (1997) chamaram a atenção de que os modelos até então desenvolvidos são indicados para casos de controlo contínuo da barreira, pois nesses é possível obter-se fórmulas fechadas para a avaliação da opção. Os autores com os modelos desenvolvidos demonstraram que existem diferenças substanciais de preços entre opções com barreira contínuas e discretas, sendo impossível empregar diretamente os resultados disponíveis para as barreiras contínuas no caso discreto.

Uma evidência dos mercados OTC são as distribuições implícitas de taxa de câmbio, utilizando um novo e rico conjunto de dados dos preços do *dólar-mark*, *dólar-yen* e *chave EMS* para extrair toda a função de densidade e de probabilidade de risco neutral nos horizontes entre um mês e três meses. Campa e colaboradores (1998) compararam três métodos alternativos de suavização (*cubic splines*<sup>7</sup>, uma árvore binomial e uma mistura de Logarítmica normal) para conseguirem transformar dados de uma opção em função de densidade de probabilidades (*pdf*). Apesar das diferenças metodológicas, as três abordagens levaram a uma semelhança com a *pdf*, claramente distinto do Logarítmica normal de referência e tipicamente caracterizado pela assimetria. Por conseguinte, concluiu-se que existia uma correlação positiva marcante entre a assimetria nesses *pdf's* e a taxa à vista, ou seja, quanto mais

---

<sup>7</sup> *Cubic splines* – *spline* é uma função definida em partes por polinómios, sendo que cada polinómio tem uma única variável.

forte uma moeda for, maior será a distorção de uma nova apreciação da moeda. Interpretou-se esta descoberta como uma rejeição à evolução das taxas de câmbio.

As *Reverse Convertible Notes (RCN's)* (produtos financeiros que incorporam opções sobre ações que envolvem uma quantidade significativa de incerteza na rentabilidade dos ativos) foram alvo de estudo por Simi e Wang (2013). Estes propuseram uma nova estrutura de ativos para os *RCN's*, onde usaram o desenvolvimento do modelo *Browniano* com o modelo de Lévy<sup>8</sup>.

Observaram que, com o processo de *Lévy Jump*,<sup>9</sup> o modelo *GARCH* indicava melhores resultados do que os outros modelos estudados, dado que com base neste modelo o preço das opções está mais perto do valor real de mercado, especialmente para as *RCN's*, uma vez que as suas opções sobre as ações do ativo subjacente se encontra *in-the-money*.

### 3.3 VERTICAL BULLISH SPREAD E O SEU ENTENDIMENTO

Com base em dados sobre opções e futuros do *EuroDolar*, Chaput (2003) examinou a conceção e negociação de *vertical spreads* (também se aplicam *spreads de bull* e de *bear*). Na maioria das opções e futuros analisados, as decisões dos *traders*, em sua grande parte, incidiam sobre o *vertical spreads* ao invés de opções únicas. Verificando-se assim, que a redução do custo e/ou aumento da probabilidade de lucro em posições longas pareceu ser mais importante para os *traders* do que a redução do risco em posições curtas. Neste estudo, descobriram que na maioria dos *vertical spreads* existem poucas evidências que a sua projeção seja feita para a maximização da sensibilidade nas mudanças do preço do ativo subjacente e minimização da sensibilidade com outros riscos. Ao contrário, os *traders* tem uma forte preferência por *strikes out-of-the-money* que resultam assim em baixos preços, baixos custos de transação e baixa probabilidade no exercício antecipado. De seguida, analisaram-se também as posições denominadas por *seagulls*. Estas consistem em uma terceira opção que acrescenta uma posição ao *vertical spread* na mesma direção, representando uma variação ativa e razoavelmente negociada, mas raramente discutida. Assim, conclui-se que quando os futuros são combinados com uma posição *vertical spread* é quase sempre o *spread* que reduz

---

<sup>8</sup> Lévy – É um processo estocástico, quer isto dizer que se trata de um modelo matemático que por meio de variáveis aleatórias, que representa a evolução de um sistema de valores no tempo.

<sup>9</sup> Lévy Jump – distribuições de retorno com processos de salto.

o delta líquido da sua posição para zero transformando assim, o *spread* numa negociação volátil. Assumindo uma volatilidade implícita, a estratégia de liquidação de uma opção digital foi investigada de forma a ampliar o papel da liquidação de uma opção de *spread*. Para tal, utilizaram-se modelos mais realistas para o ativo subjacente. Para o preço do ativo foram configurados cinco modelos pelo Movimento Geométrico Browniano - MGB e o modelo *Bachelier* com custo adicional de liquidação, taxas de juro e desvios positivos. Adicionalmente, foi também estudada a estratégia de exercício ideal para uma *bull call spread* com o modelo *Bachelier* para a segurança do ativo subjacente. Para os seis casos referidos, os valores para as opções foram formulados como um problema de paragem de ideias que são transformados em problemas de limite livre. Para este tipo de problemas, com horizonte de tempo ilimitado, os valores das opções são resolvidos analiticamente e os preços de exercício ideais são escolhidos. Foi ainda analisada a dependência do tamanho da região de continuação em alguns parâmetros, ou seja, para os problemas das fronteiras livres com o horizonte de tempo ilimitado só podem ser resolvidos numericamente, assim como os limites livres são desenhados por um método diferente e as equações de fronteiras livres são derivadas.

---

## 4. METODOLOGIA

---

No presente capítulo, descrever-se-á detalhadamente a metodologia adotada no desenvolvimento da componente prática da dissertação, considerando a caracterização do produto em estudo, a análise individual e a demonstração dos diversos aspetos a ter em conta no estudo.

### 4.1 CARATERIZAÇÃO DO ESTUDO

Foi selecionado um produto estruturado comercializado recentemente por um banco português. A descrição rege-se pela informação nos prospets que cada entidade bancária disponibiliza ao possível cliente/investidor. A base de dados utilizada compreende a cotação histórica de fecho do ativo subjacente um ano antes ao início do produto estruturado. As taxas de juro sem risco foram obtidas através do sistema de informação financeira *Bloomberg*.

#### 4.1.1 EURO BULLISH EURO STOXX 50<sup>R</sup> 2018 (*NOTES*)

As *Notes* “*EURO BULLISH EURO STOXX 50<sup>R</sup> 2018 (notes)*” são um produto estruturado com maturidade de 3 anos, cuja rentabilidade está associada à evolução da cotação do índice *EURO STOXX 50<sup>R</sup>*. Só haverá uma remuneração que será na data de maturidade (29 de junho de 2018) e está associada à evolução do ativo subjacente, que terá como data de observação o dia 22 de junho 2018. O capital será reembolsado na data de maturidade, sendo que estará em risco até 15% do seu valor, na eventualidade do desempenho negativo do ativo subjacente.

Na data da maturidade o investidor receberá a título de remuneração e reembolso segundo os seguintes cálculos:

- Caso 1: Taxa de Variação do Ativo Subjacente é igual ou superior a 0%:

**Max [15%; 100% x Taxa de variação do Ativo Subjacente] x VN + 100% x VN;**

- Caso 2: Se a Taxa de Variação do Ativo Subjacente é inferior a 0%:

**Max [85%; Valor Final / Valor Inicial] x VN<sup>10</sup>.**

---

<sup>10</sup> VN – Valor Nominal

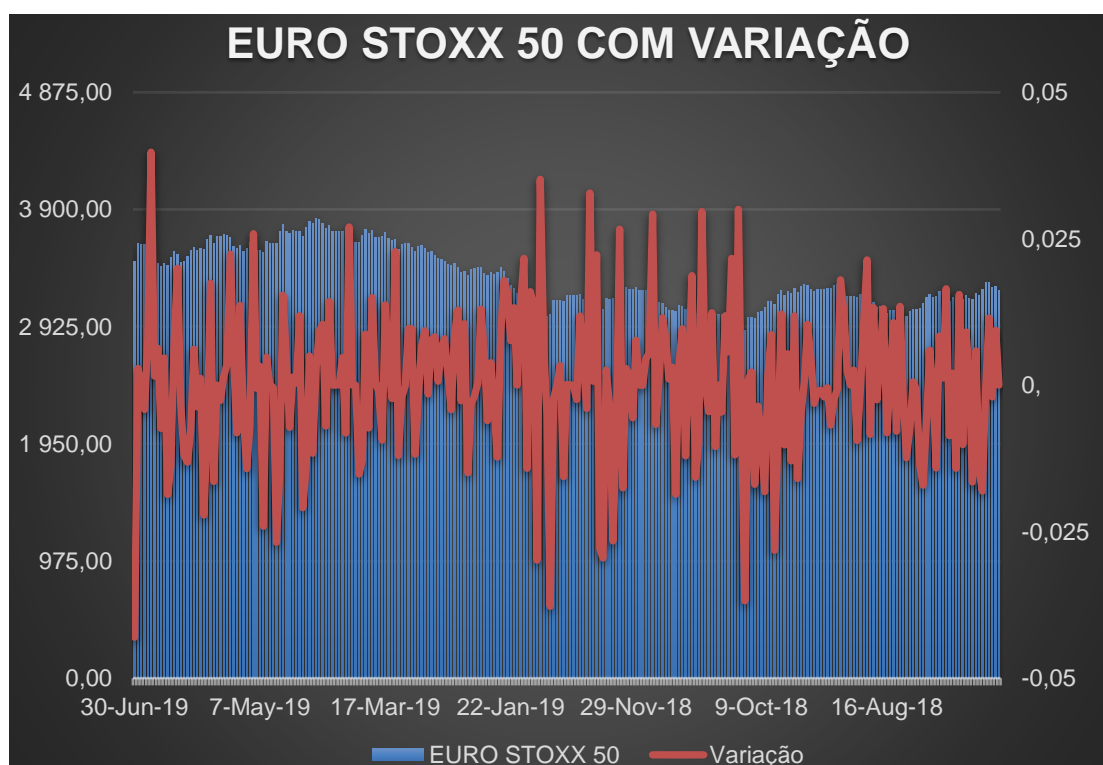
## 4.2 METODOLOGIA ADOTADA PARA A ANÁLISE INDIVIDUAL

No fim da obtenção dos dados, mais propriamente do valor do ativo subjacente do produto estruturado em estudo (que será caracterizado na próxima secção), recorreu-se às bases de dados dos sistemas de informação *Bloomberg e Datastream*.

Após a sua compilação, numa base de dados, foram recolhidas as observações históricas do último ano, ou seja, os preços de fecho diário referente ao ativo subjacente (Tabela 4.1).

**Tabela 4.1 – Dados da amostra descritiva das rentabilidades diárias obtidas**

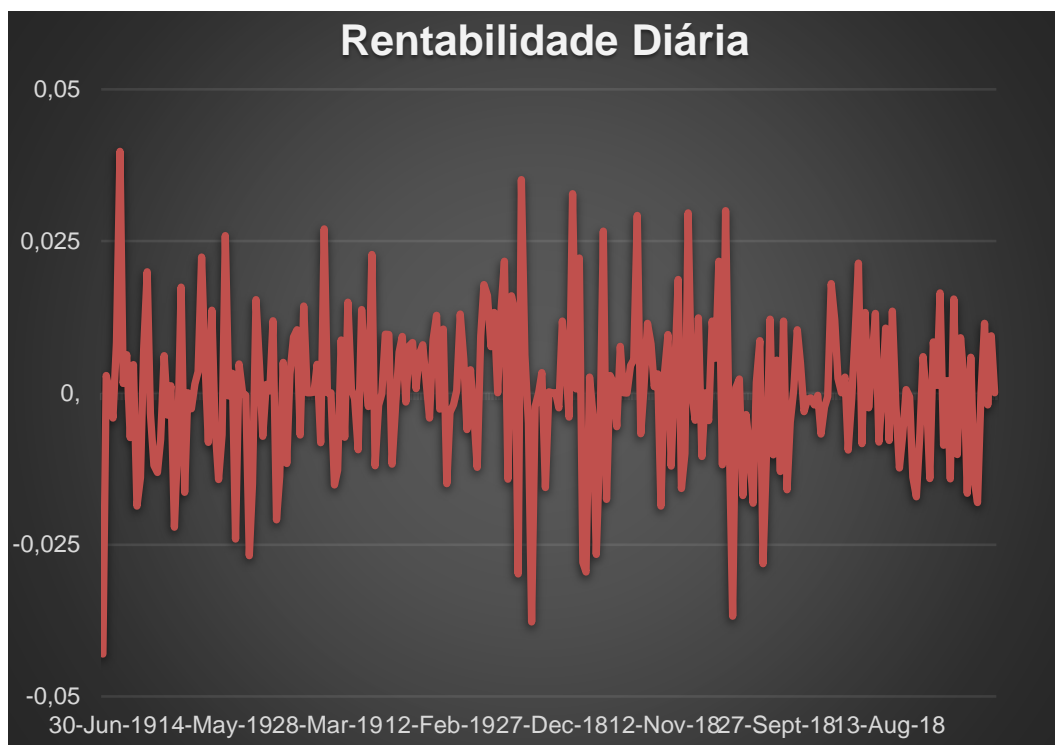
Número de observações	Valor mínimo	Valor Máximo	Media	Desvio padrão	Volatilidade Histórica
263	2874,65	3828,78	3331,82	0,01257465	19,961630%



**Figura 4.1 – Observações históricas do ativo subjacente**

De seguida, a partir dos dados anteriormente recolhidos foi calculada a rentabilidade diária,  $rent_t$  do ativo conforme a Figura 4.2 através da fórmula abaixo:

$$(4.1) \quad rent_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)$$



**Figura 4.2 – Rentabilidade diária do índice de ações, no período de 30/06/2014 a 29/06/2015**

O próximo passo passou pelo cálculo do desvio padrão,

$$(4.2) \quad \text{Desvio-padrão} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

- $n$  – número de observações;
- $x_t$  – logaritmo natural;
- $\bar{X}$  – média aritmética.

Em que se obteve o resultado demonstrado na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2 – Desvio Padrão diário das observações Históricas do ativo subjacente**

<b>Desvio Padrão</b>
0,012574645

Seguidamente, calculou-se a volatilidade ( $\sigma$ ) do ativo. Para calcular o valor anual da volatilidade diária é necessário multiplicar pela raiz quadrada do número de dias em que houve transações, como é demonstrado na fórmula 4.3, usualmente 252 dias (Hull, 2015, p.521-542).

#### **4.2.1 CÁLCULO DO PRODUTO ESTRUTURADO CONSIDERANDO A VOLATILIDADE HISTÓRICA**

Deste cálculo obteve-se a volatilidade histórica, em que essa volatilidade assenta no desvio-padrão do rendimento periódico dos ativos.

(4.3)

$$\text{Volatilidade histórica} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Chegando ao resultado da Tabela 4.3.

**Tabela 4.3 – Volatilidade anual Histórica do ativo subjacente**

<b>Volatilidade Histórica</b>
19,96%

A volatilidade histórica pode ser relevante na previsão dos valores futuros, na medida em que contribui para a formação de expectativas, pois como temos verificado, com bastante frequência, as duas séries temporais estão correlacionadas.

De seguida, calculou-se o preço da opção com a volatilidade histórica. Para tal, é necessário calcular a *call options* com o modelo de avaliação *Black-Scholes*. Este modelo tem, como ideia base, a construção de uma carteira com ativos subjacentes passível de ser ajustada no tempo, tendo uma rentabilidade certa e conhecida em qualquer momento. Pressupõe-se que a carteira não tem risco associado, a rentabilidade é igual à taxa de juro dos ativos sem risco e o preço da opção é calculado conjecturando que não existe arbitragem no mercado.

Assim, chegaram-se às seguintes fórmulas para o cálculo da *call option* e *put option*, respetivamente:

(4.4)

$$C = S_0 e^{-qt} \times N(d_1) - X e^{-rt} \times N(d_2)$$

$$P = X e^{-rt} \times N(-d_2) - S_0 e^{-qt} \times N(-d_1)$$

em que:

(4.5)

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + t\left(r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma \sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t}$$

- $c$  – *call option*;
- $p$  – *put option*;
- $X$  – preço de exercício;
- $S_0$  – preço atual do ativo subjacente;
- $t$  – tempo de vida da opção em percentagem;
- $\sigma$  – volatilidade do preço medida como desvio padrão;
- $q$  – *dividend yield*;
- $\ln$  – logaritmo natural;
- $r$  – taxa de rendimento sem risco.

Sendo que os coeficientes,  $N(d_1)$  e  $N(d_2)$ , representam duas probabilidades. A primeira representa o número de unidades que é necessário vender por cada ativo subjacente e, a segunda, traduz a probabilidade de a opção de compra ser exercida na data do vencimento.

#### **4.2.2 CÁLCULO DO PRODUTO ESTRUTURADO CONSIDERADO A VOLATILIDADE IMPLÍCITA**

Christensen e Prabhal (1998) consideram que muitos dos estudos empíricos realizados onde se aplica a volatilidade implícita enfrentam dois erros principais: o uso de dados curtos e a utilização de dados sobrepostos. Se o mercado for eficiente dar-nos-á uma previsão da volatilidade futura sobre um ativo num determinado momento onde o preço da opção é um *input* e a volatilidade o *output*. O prémio de liquidez ou como no mundo económico se refere, Teoria de Preferência por Liquidez, aplica-se consoante o fornecedor ou o utilizador dos fundos altera de forma drástica a procura do mercado, estando os fornecedores à procura de clientes para produtos de curto prazo de forma a rentabilizar e minimizar o risco corrido. Por sua vez, encontramos ainda os utilizadores que procuram prazos mais longos de forma a garantir estabilidade financeira. O prémio de liquidez varia conforme o risco e as taxas de juros aplicadas (Bloomberg, 2009).

Já o prémio de risco consiste num termo financeiro para a diferença entre o rendimento de um investimento, isto é, representa o ganho adicional que o investidor pode obter ao assumir o risco de colocar o investimento menos seguro, o que poderá levar à perda de capital. O valor do cálculo do prémio de risco é igual ao retorno esperado menos a taxa livre de risco.

Assim, demonstra-se através do modelo de *Black-Scholes* o preço da *call option* calculado através da observação diária dos preços históricos do ativo subjacente. Consequentemente, com o preço da *call* de mercado calcular-se-á a volatilidade implícita do ativo.

Passar-se-á de seguida à descrição dos passos, mas antes descrever-se-ão as variáveis através da Tabela 4.4:

Tabela 4.4 - Representação da imagem das variáveis para aplicar no modelo *Black-Scholes*

29/jun/15	
Spot (S)	3 468,90
Strike (X)	2 900,00
Maturidade (t)	3
Dividend yield (EURO STOXX 50)	3,45%
r (3 anos)	3,53%

*Spot price* – O último valor de cotação ao realizar o início da análise pretendida do PE

*Strike price* – O valor fixo do produto estruturado em análise

Maturidade – Tempo em que o investimento decorre podendo ser um prazo a definir pelo comprador ou simplesmente já de base do produto estruturado

*Dividenda yield* – Índice para medir a rentabilidade retirada de *EURO STOXX 50*

#### 4.2.3 CÁLCULO DO PRODUTO ESTRUTURADO CONSIDERANDO SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

É de ressaltar que este procedimento foi elaborado para o ativo subjacente do produto estruturado que será alvo de estudo. No fim do cálculo da volatilidade histórica, da opção de compra e da volatilidade implícita aplicar-se-á a Simulação de Monte Carlo.

Esta simulação, segundo Metropolis (1987), surgiu no projeto de Manhattan no laboratório de armas nucleares Los Alamos, nos Estados Unidos, durante a Segunda Guerra Mundial, na qual foi considerada a possibilidade de utilizar o método que envolvia a simulação direta de problemas de natureza probabilística relacionados com o coeficiente de difusão do neutrão em certos materiais. O nome “Monte Carlo” foi criado em referência aos jogos de azar que fazem uso constante de sorteios e de dados, uma atração popular na cidade de Monte Carlo no Mónaco.

Segundo Sobol (1994), a Simulação de Monte Carlo é um método numérico utilizado para resolver problemas matemáticos em diversas áreas, nomeadamente na área da economia. Financeiramente é utilizado, principalmente, para avaliação de opções. Este método estatís-

tico, muito utilizado em simulações estocásticas possibilita a obtenção de aproximações numéricas. Por sua vez, Boyle (1977) refere que o presente método determina um conjunto de valores finais de ações que poderá ser utilizado para alcançar estimativas de valores futuramente.

Como aplicação de números aleatórios utilizou-se a programação computacional no cálculo de integrais, ou seja, admitiu-se uma função  $g(x)$  e considerou-se que se pretende calcular  $\theta$ , onde:

(4.6)

$$\theta = \int_0^1 g(x)dx$$

Como tal, podemos aceitar uma variável aleatória  $U$  uniformemente distribuída no intervalo  $[0,1]$ , e assim voltar a escrever  $\theta$  como:

(4.7)

$$\theta = E[U(x)].$$

Se  $U_1, U_2, U_3, \dots, U_k$  são variáveis aleatórias independentes e regularmente distribuídas no intervalo  $[0,1]$ , originam as variáveis aleatórias  $g(U_1), g(U_2), g(U_3), \dots, g(U_k)$  independentes e conformemente distribuídas de média  $\theta$ . Entretanto, através da lei dos grandes números,

(4.8)

$$\sum_{i=1}^k \frac{g(U_i)}{k} \rightarrow E[U(x)] = \theta, \quad k \rightarrow +\infty$$

É possível calcular o valor aproximado de  $\theta$  através da criação de um elevado número de variáveis aleatórias  $U_i$  chegando assim a um valor médio de  $g(U_i)$ . Este é o tipo de abordagem utilizada para obter o resultado de uma integral, sendo denominada de aproximação Monte Carlo.

Como os produtos estruturados estão dependentes de um ou mais ativos subjacentes é necessário considerar um modelo matemático que possa englobar a evolução conjunta dos preços. Como tal, considerou-se o Movimento Geométrico Browniano – MGB.

Antes de se descrever este movimento, é necessário apresentar o conceito de movimento Browniano com *drift*, em que  $(X_t, t \geq 0)$  é um processo de *drift*  $\mu$  e variância  $\sigma^2$ . Uma definição equiparada seria considerar o movimento Browniano padrão  $(B(t), t \geq 0)$  e definir  $X(t)$ :

(4.9)

$$X(t) = \mu t + \sigma B(t).$$

Deve-se considerar  $(Y(t), t \geq 0)$  como um processo de movimento Browniano com um coeficiente de *drift*  $\mu$  e variância  $\sigma^2$ . Logo, o processo  $(X(t), t \geq 0)$  denominado por movimento Geométrico Browniano e definido por:

(4.10)

$$X(t) = X_0 e^{Y(t)} = X_0 e^{\mu t + \sigma B(t)}$$

O movimento Geométrico Browniano é muito útil para o relacionamento da evolução dos preços de ações, quando estas variações percentuais dos preços são independentes e igualmente distribuídas. Assim, no presente trabalho, assumiu-se o seguinte processo estocástico movimento Geométrico Browniano seguido pelo preço dos ativos subjacentes:

(4.11)

$$X_{(t+\Delta t)} = X_t e^{((\mu - d - \frac{\sigma^2}{2})\Delta t + \sigma \epsilon \sqrt{\Delta t})}$$

- $X_{t+\Delta t}$  – gera valores possíveis do preço do ativo subjacente, a cada intervalo de tempo  $\Delta t$  (em anos);
- $X_t$  – preço inicial;
- $\Delta t$  – representa o hiato do tempo entre os instantes  $t$  e  $t + \Delta t$ ;
- $\mu$  - rentabilidade esperada do ativo subjacente;
- $\sigma$  – volatilidade do ativo subjacente dado o seu desvio padrão anual;
- $\Delta t$  – intervalo de tempo (T/k);
- $\epsilon$  – processo estocástico browniano responsável pela aleatoriedade da rentabilidade do ativo subjacente;
- $d$  – *dividend yield*.

Num cenário de neutralidade face ao risco, em equilíbrio de não-arbitragem, que deve ser admitida em qualquer avaliação financeira, implica que o valor esperado do preço do ativo cresce à taxa de juro sem risco  $r$  e, por isso,  $\mu = r$ . Esta é uma das considerações fulcrais da equação de *Black-Scholes*. Para se poder empregar a Simulação Monte Carlo existe a necessidade de se obter inicialmente os pressupostos e procedimentos a adotar, tais como:

- Para cada ativo subjacente obter 10.000 simulações, como sugerido por Scheffer (2004).
- Para a taxa de juro sem risco selecionar-se a *dividend yield* a 3 anos.
- Para a volatilidade utilizar-se-á a volatilidade implícita por troca da volatilidade histórica, pois a volatilidade implícita reflete a expectativa do mercado no futuro.
- A volatilidade anual do ativo subjacente é medida considerando a rentabilidade diária (diferença dos logaritmos dos preços de fecho) durante os 180 dias anteriores ao início do produto estruturado. Este número de dias parece dar bons resultados empíricos (Hull, 2015, p.213-214). Portanto a volatilidade diária é obtida da seguinte forma:

(4.12)

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2}$$

Onde  $r_t = \ln(S_t/S_{t-1})$  é a rentabilidade logarítmica. A volatilidade anual é obtida considerando o número de dias de transação no ano, usualmente, 252 dias, i.e.,  $\sigma = s \sqrt{252}$  (Hull, 2015, p.213-214).

Como já referido anteriormente, analisamos o índice *STOXX 50* que está patente na Figura 4.3 que representa as variações de preços ente 30/06/2014 e 29/06/2015. Podemos observar na Figura 4.3 que os preços são muito inconstantes, mas que sensivelmente no primeiro semestre de 2015 os preços têm uma grande subida.



Figura 4.3 – Evolução dos preços do STOXX 50 entre 30/06/2014 e 29/06/2015

#### 4.2.4 CÁLCULO DO PRODUTO ESTRUTURADO CONSIDERANDO GARCH (1,1)

Em seguida, analisar-se-á a rentabilidade da amostra selecionada para compreender o comportamento dos preços da amostra escolhida começando pela análise das rentabilidades. É de realçar, que se seguirmos um modelo GARCH não será permitido utilizar um modelo de *Black-Scholes*, pois este método da volatilidade é refletido no processo de GARCH e ao condicionar a volatilidade o preço de chamada é expresso em expectativa com respeito à volatilidade (Gong *et al*, 2010).

A rentabilidade, é dada da seguinte forma:

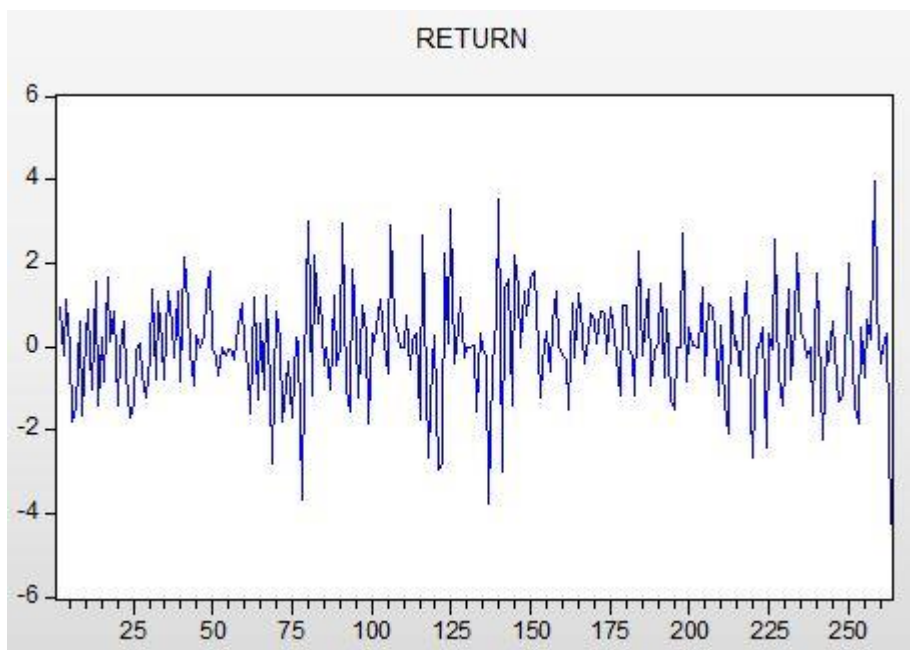
(4.13)

$$rent1 = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)$$

onde  $S_t$  e  $S_{t-1}$  são os preços do *STOXX 50* nos momentos  $t$  e  $t-1$ , respetivamente.

No presente estudo, verifica-se que existem momentos de maior e menor volatilidade ao longo de todo o período em análise devido aos valores das rentabilidades que foram encontrados.

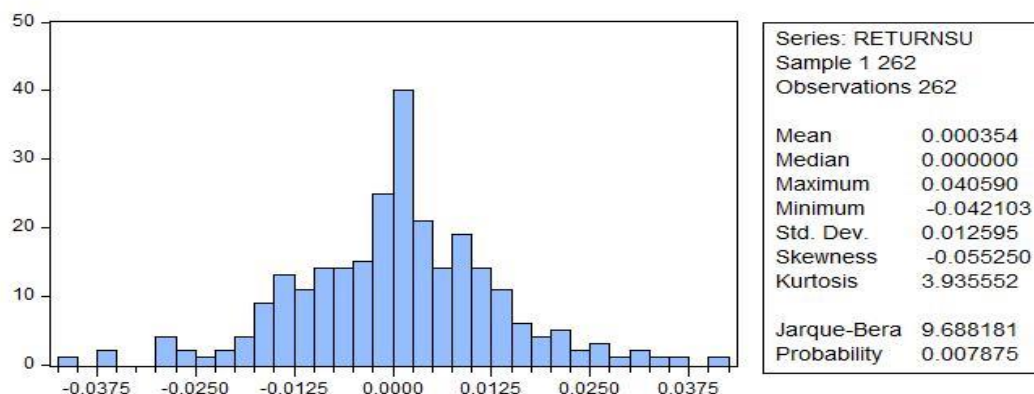
Ao analisar-se as rentabilidades apura-se a existência de um sincronismo no comportamento das sucessões cronológicas. A essas variações é dado o nome de *cluster* que, segundo Brooks (2002), significa que o nível de volatilidade tende a estar correlacionado com o nível de volatilidade dos períodos anteriores.



**Figura 4.4 – Evolução das rentabilidades do STOXX 50 entre 30/06/2014 e 29/06/2015**

Como podemos ver na Figura 4.4 existem pelo menos três *clusters* de grande intensidade possível de se verificar, por exemplo, a 9/out/2014 – data que apresentou um grande *cluster* de alta intensidade seguido de um outro de baixa intensidade. Por sua vez, os outros *clusters* realizaram-se em 24/dez/2014 e em 29/jun/2015, respetivamente.

Através do histograma (Figura 4.5), é possível visualizar a não-normalidade dos dados, verificando-se que a distribuição empírica das rentabilidades diárias é alongada, não seguindo uma distribuição normal.



**Figura 4.5 – Histograma das rentabilidades do STOXX 50 entre 30/06/2014 e 29/06/2015**

Assim, como a curtose é excessiva e apresenta ausência de simetria irá refletir-se na estatística de *Jarque-Bera*:

(4.14)

$$\text{Jarque-Bera} = \frac{N-k}{6} \left( S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right)$$

Esta procura testar as hipóteses de normalidade (hipótese nula) ou a alternativa, ou seja, o cenário de não normalidade. Para um nível de significância de 5%, ao realizar-se o teste *Jarque-Bera*, conclui-se que existe evidência estatística para se rejeitar a hipótese nula, dado que as rentabilidades seguem uma distribuição normal.

Sendo que, com a realização de uma nova série, esta aparenta ir ao encontro da necessidade de um modelo do tipo ARCH para poder modelar a questão. Logo, o correlograma parece indicar a existência de tal efeito, sendo que se procedeu a tentativas de recurso tipo ARCH (Figura 4.6).

Por último, para a modelação deste tipo de efeitos procedeu-se à aplicação de um *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic (GARCH (1,1))*, ou seja, o modelo de GARCH (1,1) que constitui uma generalização do modelo de ARCH. O modelo ARCH consiste, através de modelos de rentabilidade passados, fazer uma modelagem da volatilidade para períodos futuros.

Esta generalização sugerida por Bollorslev (1986) caracteriza-se pela modelação da variância condicionada não só em função do quadrado dos erros passados, mas também em função dos próprios valores passados da variância condicionada.

Date: 04/29/19 Time: 20:19  
 Sample: 1 262  
 Included observations: 262

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.027	-0.027	0.1909	0.662
		2 -0.016	-0.016	0.2554	0.880
		3 0.134	0.133	5.0421	0.169
		4 0.048	0.056	5.6560	0.226
		5 0.130	0.140	10.194	0.070
		6 -0.023	-0.031	10.338	0.111
		7 0.026	0.016	10.519	0.161
		8 0.002	-0.038	10.521	0.230
		9 -0.016	-0.024	10.590	0.305
		10 -0.014	-0.039	10.642	0.386
		11 0.021	0.030	10.767	0.463
		12 0.023	0.025	10.911	0.537
		13 0.017	0.037	10.986	0.612
		14 -0.055	-0.055	11.832	0.620
		15 0.129	0.131	16.485	0.351
		16 0.108	0.102	19.792	0.230
		17 -0.089	-0.070	22.004	0.185
		18 0.010	-0.032	22.031	0.231
		19 0.114	0.089	25.718	0.138
		20 -0.069	-0.099	27.071	0.133
		21 0.011	0.002	27.105	0.167
		22 0.074	0.074	28.670	0.155
		23 -0.038	-0.026	29.084	0.178
		24 0.033	0.020	29.407	0.205
		25 0.015	0.042	29.472	0.245
		26 -0.025	-0.038	29.659	0.282
		27 -0.050	-0.087	30.391	0.297
		28 -0.004	-0.012	30.394	0.345
		29 0.047	0.060	31.063	0.362
		30 -0.043	-0.041	31.604	0.386
		31 0.036	0.025	32.002	0.417
		32 -0.072	-0.057	33.568	0.391
		33 -0.076	-0.055	35.326	0.359
		34 0.072	0.014	36.890	0.337
		35 -0.083	-0.062	38.984	0.295
		36 0.002	0.043	38.985	0.337

Figura 4.6 – Correlação (SIC) do quadrado da rentabilidade

Quer o modelo de ARCH, quer o modelo de GARCH são processos estocásticos em que a volatilidade condiciona os rendimentos no futuro próximo. Segundo este autor, a vantagem

introduzida consiste no facto da formulação ARCH, sendo baseada numa relação autorregressiva, poder conduzir na prática a uma ordem de atrasos “q” grande e, conseqüentemente, à estimação de um importante número de parâmetros.

O modelo de GARCH permite a presença de componentes autorregressivos e de médias móveis na variância heteroscedástica dos ativos financeiros analogamente à existente no processo ARMA propostos por Box e colaboradores (2015, p.495-504).

Assim sendo, GARCH é um mecanismo que inclui as variâncias passadas na explicação das variâncias futuras. Mais especificamente, GARCH é uma técnica de séries temporais que permite utilizar o modelo de dependência serial da volatilidade (Bollerslev, 1986). Devido à dificuldade para estimar os coeficientes do modelo ARCH, resultado da frequente necessidade de uma ordem “q” elevada, o modelo GARCH adiciona a dependência da variância em relação à variância passada.

O modelo GARCH (1,1) apresenta a sua fórmula pela seguinte função:

(4.15)

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2,$$

$p$  – grau do processo GARCH

$q$  – grau do processo GARCH

$u_t - \varepsilon_t \sigma_t$

Se  $p = 0$ , então o modelo GARCH (0, q) é equivalente ao modelo ARCH (q)

Para que o modelo tenha a variância incondicional ou uma tendência de convergência é necessário que se verifiquem as seguintes condições:

$$\alpha_0 > 0,$$

$$\alpha_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, q)$$

$$\beta_i \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, p)$$

$$\sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$$

Ferreira, em 2009, p ao determinar os graus  $p$ ,  $q$ , ou seja, identificando o modelo, está a fazer uso do facto de que a identificação do GARCH é baseada, do ponto de vista metodológico,

nos mesmos princípios do processo *Autoregressive Moving Average* (ARMA) (Box *et al*, 2015, p.495-504), enquanto que as ordens  $p$ ,  $q$  são identificadas através da função de autocorrelação e da função parcial do quadrado dos erros.

Dependent Variable: RETURN  
Method: ML ARCH - Normal distribution (BFGS / Marquardt steps)  
Date: 04/30/19 Time: 10:10  
Sample: 1 263  
Included observations: 263  
Convergence achieved after 19 iterations  
Coefficient covariance computed using outer product of gradients  
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)  
GARCH = C(2) + C(3)\*RESID(-1)^2 + C(4)\*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.000596	0.000766	0.777343	0.4370

Variance Equation				
C	1.66E-05	1.16E-05	1.429457	0.1529
RESID(-1)^2	0.063406	0.032432	1.955043	0.0506
GARCH(-1)	0.821085	0.084112	9.761773	0.0000

R-squared	-0.000660	Mean dependent var	0.000273
Adjusted R-squared	-0.000660	S.D. dependent var	0.012575
S.E. of regression	0.012579	Akaike info criterion	-5.931128
Sum squared resid	0.041455	Schwarz criterion	-5.876798
Log likelihood	783.9433	Hannan-Quinn criter.	-5.909294
Durbin-Watson stat	2.119249		

**Figura 4.7 – Estimação do modelo para o STOXX 50**

Tendo em conta a Figura 4.7, após a estimação do modelo referido salienta-se o facto de estarmos na presença de um modelo estacionário. Esta mesma estacionariedade deve-se, essencialmente, ao facto da não violação da regra da não negatividade dos parâmetros estimados. Por outro lado, pelo facto do somatório dessa estimação dos parâmetros do modelo não ser superior nem igual ao valor unitário, apesar da proximidade dever-se a uma convergência lenta entre as volatilidades do índice em termos condicionais e incondicionais.

Analiticamente, a expressão relativa ao modelo de GARCH (1,1) estimada poderá ser dada por:

$$\text{GARCH (1,1)} = 1,66\text{E-}05 + 0,063406 \times \text{RESID}(-1)^2 + 0,821085 \times \text{GARCH}(-1)$$

Visto a métrica adotada ser a previsão de volatilidade incondicional, com base nos parâmetros estimados, associado ao modelo de GARCH (1,1), obtém-se uma volatilidade marginal na ordem dos 19,024%, em termos anuais como é possível constatar-se na Tabela 4.5.

**Tabela 4.5 – Determinação da previsão da volatilidade STOXX 50**

<b>Alfa 0</b>	1,66E-05
<b>Alfa 1</b>	0,063406
<b>Beta 1</b>	0,821085
<b>Volatilidade diária</b>	1,198%
<b>Volatilidade anual</b>	19,024%

Para calcular-se os valores acima, utilizara-se as seguintes fórmulas:

(4.16)

$$\frac{\text{alfa0}}{1-\text{alfa1}-\text{beta1}} = \frac{0,0000166}{1-0,63406-08210085} = 0,000143617$$

(4.17)

$$\text{Volatilidade diária} = \sqrt{0,000143617}$$

(4.18)

$$\text{Volatilidade anual} = \text{Volatilidade diária} \times \sqrt{252}$$

Numa primeira análise, denota-se já um valor muito próximo face ao valor previsto da volatilidade marginal para o índice europeu. Porém, falta ainda sancionar, do ponto de vista estatístico, a validade do modelo GARCH (1,1), no sentido em que este capta todos os efeitos de heterocedasticidade condicional.

De acordo com os valores da estatística do teste, este leva-nos a não rejeitar a hipótese de comportamento comparável a ruído branco como exigido. Para reforçar esta ideia, de não existência de outros efeitos de heterocedasticidade condicional por modelar, utilizar-se-á um teste estatístico: o teste ARCH LM (Figura 4.8).

## Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.413976	Prob. F(2,258)	0.6615
Obs*R-squared	0.834901	Prob. Chi-Square(2)	0.6587

Test Equation:

Dependent Variable: WGT\_RESID^2

Method: Least Squares

Date: 04/30/19 Time: 10:13

Sample (adjusted): 3 263

Included observations: 261 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.067879	0.130083	8.209190	0.0000
WGT_RESID^2(-1)	-0.054566	0.062262	-0.876399	0.3816
WGT_RESID^2(-2)	-0.018284	0.062029	-0.294758	0.7684
R-squared	0.003199	Mean dependent var		0.995198
Adjusted R-squared	-0.004528	S.D. dependent var		1.507856
S.E. of regression	1.511267	Akaike info criterion		3.675201
Sum squared resid	589.2531	Schwarz criterion		3.716172
Log likelihood	-476.6137	Hannan-Quinn criter.		3.691670
F-statistic	0.413976	Durbin-Watson stat		1.995405
Prob(F-statistic)	0.661455			

Figura 4.8 – Teste ARCH LM para modelo de previsão da volatilidade do STOXX 50

Podemos referir que o modelo GARCH (1,1) equivale à equação de *Black-Scholes*, ou seja, se a volatilidade seguir um processo GARCH não poderá ser utilizado o modelo de *Black-Scholes*. A grande diferença é que o modelo GARCH opera em mercados incompletos ao contrário da equação de *Black-Scholes* que os considera contrariamente à aproximação feita a mercados completos, isto é, contínuos no tempo e não um conjunto de observações descontínuas como são na realidade descritos os mercados.

Por fim, adicionar-se-á o prémio de liquidez que com a pesquisa feita no mercado o valor apurado é de 3,25%.

Assim, procedeu-se à compilação de tudo num modelo matemático para chegar-se ao justo valor do produto estruturado. Neste modelo, seguindo a indicação do prospeto, utilizou-se em ambos os produtos estruturados em cálculo uma renda fixa e uma renda variável. Assim sendo, se o valor for igual ou superior ao da data da observação, paga o valor de cupão, caso contrário, pagará ou não o cupão inferior dependendo de produto estruturado para produto estruturado.

Para o cálculo do valor do  $r$  procedeu-se ao somatório do valor da taxa de juro sem risco e do valor do *spread* da dívida do emitente. Seguidamente, calculou-se a renda variável (RV) através das diferentes volatilidades (histórica, implícita e Simulação Monte Carlo). Este perfil de rendimento é designado por *vertical bullish spread*, no qual é necessário o cálculo do valor variável na maturidade através da fórmula:

$$(4.19) \quad RV3 = \left[ 85\% ; \min \left( \frac{St - S0}{S0} \right) ; 115\% \right]$$

O preço de equilíbrio do produto corresponde ao valor atual do rendimento variável e do valor do preço fixo do produto. O rendimento variável a obter passados 3 anos resulta da compra de uma *call* europeia sobre o índice de referência com um preço de exercício  $0,85S_0$  (*long call ITM*) e a venda de uma *call* europeia com o preço de exercício  $1,15S_0$  (*short call OTM*):

$$(4.20) \quad = \frac{[CT(S; 0,85S_0; 3) - CT(S; 1,15S_0; 3)]}{S_0}$$

Onde  $C_t(S; X; T)$  designa o valor, no momento  $t$ , de uma *call* europeia, com preço de exercício  $X$  e com vencimento no momento  $T$ . O valor de equilíbrio do produto estruturado em análise, no momento 0, pode ser formalizado da seguinte forma:

$$(4.21) \quad B_0 = \frac{[CT(S; 0,85S_0; 3) - CT(S; 1,15S_0; 3)]}{S_0} + CB_0$$

Sendo  $CB_0$  o valor da renda fixa que é dado pelo seguinte modelo:

$$(4.22) \quad CBO = \frac{85\%}{(1+r)^3}$$

## 5. RESULTADOS

Após a exposição da metodologia adotada no capítulo anterior, em seguida, será dado lugar à exposição dos resultados obtidos no presente estudo. Assim, dar-se-á a conhecer os resultados obtidos através da avaliação do produto estruturado comercializado e emitido em Portugal.

### 5.1. EUR BULLISH EURO STOXX 50<sup>R</sup> 2018

Como referido anteriormente, a abordagem adotada para a análise e avaliação deste produto estruturado foi o cálculo do justo valor do mesmo, tendo-se utilizado o cálculo do valor do ganho fixo e do valor da taxa variável. Para a taxa fixa utilizou-se a fórmula (4.23) acima descrita. Para tal, como está definido no prospeto, o produto estruturado irá pagar uma rentabilidade final de 15% caso os valores do ativo subjacente sejam iguais ou superiores na data da observação aos valores da data de observação inicial.

Para a fórmula 4.23 foi necessário calcular o  $r$  através da soma da taxa de juro sem risco e o prémio de risco do *EURO STOXX 50* na data de observação do produto estruturado, tendo assim de interpolar as taxas para os prazos dos *cash-flows*. Para tal, foi necessário aceder às taxas de juro sem risco e prémios de risco como se pode visualizar na Figura 5.1 e 5.2 abaixo.

Tenor	Cusip	I16 Mid YTM EUR German Sovereign Curve 06/30/15 Description	I16 Mid YTM EUR German Sovereign Curve 06/30/15 Price	I16 Mid YTM EUR German Sovereign Curve 06/30/15 Yield	I16 Mid YTM (Change) 03/15/19 06/30/15 Price	I16 Mid YTM (Change) 03/15/19-06/30/15 Yield
1M	EK679790@BGN Corp	BUBILL 0 07/15/15 Corp	100,013	-0,346	0,021	-20,2
3M	EK778680@BGN Corp	BUBILL 0 09/16/15 Corp	100,063	-0,298	0,082	-26,9
6M	EK946367@BGN Corp	BUBILL 0 12/09/15 Corp	100,119	-0,266	0,116	-30,2
1Y	EK990333@BGN Corp	BUBILL 0 06/29/16 Corp	100,263	-0,26	0,298	-30,7
2Y	EK885575@BGN Corp	BKO 0 06/16/17 Corp	100,45	-0,229	0,64	-31,6
3Y	EJ658708@EXCH Corp	OBL 0 ¼ 04/13/18 #166 Corp	101,263	-0,202	0,337	-31,6
4Y	EK248336@CBBT Corp	OBL 0 ½ 04/12/19 #169 Corp	102,195	-0,08	-0,403	-35,6
5Y	EK696187@CBBT Corp	OBL 0 04/17/20 #171 Corp	99,653	0,073	2,093	-41,5
6Y	EI471962@CBBT Corp	DBR 2 ½ 01/04/21 Corp	112,75	0,173	-7,996	-46,9
7Y	EI879238@CBBT Corp	DBR 2 01/04/22 Corp	110,898	0,306	-5,923	-52
8Y	EJ506625@CBBT Corp	DBR 1 ½ 02/15/23 Corp	107,603	0,482	-4,604	-60,9
9Y	EK037802@CBBT Corp	DBR 1 ¼ 02/15/24 Corp	109,543	0,611	-4,848	-63,7
10Y	EK684154@CBBT Corp	DBR 0 ½ 02/15/25 Corp	97,565	0,763	4,089	-68,1
15Y	EC215301@CBBT Corp	DBR 6 ¼ 01/04/30 Corp	168,013	1,138	-2,22	-80,7
20Y	EC830062@CBBT Corp	DBR 4 ¾ 07/04/34 Corp	155,813	1,389	15,812	-86,7
25Y	EH469710@CBBT Corp	DBR 4 ¾ 07/04/40 Corp	167,23	1,504	-24,573	-84,2
30Y	EK080950@CBBT Corp	DBR 2 ½ 08/15/46 Corp	122,778	1,569	-9,2	-83,4

**Figura 5.1 - Representação da Taxa de juro sem risco**

Fonte: Bloomberg

CUSIP	Maturity	Sector	Rating	03/14/19 (66)	06/30/15 (106)
EJ269842	0,0274	Financials	NR	Missing	ISPIM 4 ¼ 07/10/15
EI319466	0,0411	Financials	NR	Missing	RBS 4 ¼ 07/15/15
EJ305411	0,0548	Financials	NR	Missing	ISPIM 5.527 07/20/15
EI338921	0,1014	Financials	NR	Missing	BBVASM 3 ¼ 08/06/15
EJ348815	0,20	Financials	NR	Missing	PBBGR 2 ¼ 09/11/15
EJ349861	0,20	Financials	NR	Missing	UCGIM 4 ¼ 09/11/15
EJ357977	0,2274	Financials	NR	Missing	BBVASM 4 ¼ 09/21/15
EG871120	0,2438	Financials	NR	Missing	ISPIM 0 09/27/15
EK139310	0,2575	Financials	NR	Missing	SANSCF 1.15 10/02/15
AM375586	0,8904	Financials	BBB	ISPIM 0 ¼ 02/02/20	Missing
AM377766	0,8932	Financials	BBB	ISPIM 0 ¼ 02/03/20	Missing
EI138641	0,9178	Financials	BBB	ISPIM 4 ¼ 02/12/20	Same
AM092780	0,9315	Financials	BBB	BACRED 0 ¼ 02/17/20	Missing
EJ696827	0,9342	Financials	NR	Missing	BKIR 2 ¼ 06/05/16
EK302295	0,9479	Financials	NR	Missing	SCBNOR 1 06/10/16
AM848842	1,0055	Financials	BBB	MONTE 0 ¼ 03/15/20	Missing
EK795574	1,0082	Financials	BBB	AIB 1 ¼ 03/16/20	Missing
EK789031	1,0192	Financials	BBB	ISPIM 2 ¼ 03/20/20	Missing
EI189405	1,0274	Financials	BBB+	RBS 5 ¼ 03/23/20	Same
EK013744	1,8411	Financials	BBB	UCGIM 3 ¼ 01/14/21	Same
JV613858	1,8548	Financials	BBB	BACRED 1 ¼ 01/19/21	Missing
EK250707	1,8575	Financials	NR	Missing	BKIR 2 05/08/17
LW440395	1,8603	Financials	BBB	FCABNK 1 ¼ 01/21/21	Missing
EK278523	1,8959	Financials	NR	Missing	CCBGBB 1 ¼ 05/22/17
EG516991	1,9616	Financials	NR	Missing	ISPIM 4 ¼ 06/15/17
EJ008969	2,0301	Financials	NR	Missing	CMZB 3 ¼ 07/10/17
EJ269762	2,0301	Financials	NR	Missing	RBIIV 2 ¼ 07/10/17
EJ658773	2,874	Financials	NR	Missing	CABKSM 3 ¼ 05/14/18
II101985	2,8849	Financials	BBB	ISPIM 0 01/30/22	Missing
AM261181	2,8877	Financials	BBB	NIBCAP 1 ¼ 01/31/22	Missing
EJ679866	2,9342	Financials	NR	Missing	LANSNA 3 ¼ 06/05/18
AR505099	2,9699	Financials	BBB+	RBS 0 ¼ 03/02/22	Missing
EK772478	2,9753	Financials	BBB	ISPIM 1 ¼ 03/04/22	Same
EK707457	3,074	Financials	NR	Missing	NIBCAP 2 07/26/18
EK915242	3,211	Financials	BBB-	CDPRTI 1 ¼ 05/29/22	Same
EJ845852	3,2438	Financials	NR	Missing	CCBGBB 2 ¼ 09/26/18
AN954452	3,2904	Financials	BBB	ISPIM 0 ¼ 06/27/22	Missing

Figura 5.2 - Representação da Prémio de risco EURO STOXX 50

Fonte: Bloomberg

O cálculo da taxa fixa (RF) atribuída ao valor do produto estruturado foi de 79,74%, valor este calculado utilizando a fórmula (4.23):

(5.1)

$$CBO = \frac{85\%}{(1+2,15\%)^3}$$

De seguida, somar-se-á a este valor o cálculo da taxa variável. Para tal, utilizar-se-á o perfil de rendimento designado por *vertical bullish spread* variando através dos vários tipos de volatilidade calculadas dos ativos subjacentes dos quais obteve-se valores bastantes distintos.

Utilizar-se-á o modelo de *Black-Scholes* para os cálculos da *Long Call* e *Short Call*. Para este cálculo multiplicar-se-á  $S_0$  por 0,85 representando os 85% garantidos no prospeto. Por sua vez, para a *Short Call*, multiplicar-se-á por 1,15 representado o 115% do ganho possível neste produto estruturado. Obteve-se os resultados apresentados na Tabela 5.1

**Tabela 5.1 – Cálculo do Short Call e Long Call com a Volatilidade Histórica**

Long Call (Volatilidade Histórica)		Short Call (Volatilidade Histórica)	
Spot (S) (3468,9 x 1,115)	3.989,24	Spot (S) (3468,9 x 0,85)	2.948,57
Strike (X)	2.900,00	Strike (X)	2.900,00
Maturidade (t)	3	Maturidade (t)	3
Taxa de juro sem risco (r)	0,12%	Taxa de juro sem risco (r)	0,12%
Dividend Yield (q)	3,78%	Dividend Yield (q)	3,78%

Cálculo do prémio da opção de compra		Cálculo do prémio da opção de compra	
C	779,25	C	263,84

Utilizar-se-á os mesmos cálculos para o restante, alterando as volatilidades (histórica, implícita, GARCH e Simulação Monte Carlo) consoante o cálculo à qual respeitar.

Começando pelo cálculo da taxa variável, através da volatilidade histórica, o cálculo utilizado com esta volatilidade não é usual, pois estamos a referir ao tempo histórico e não numa perspetiva futura. Para se chegar aos valores da Tabela 5.2, utilizou-se a fórmula (4.22) de forma a alcançar-se o valor da RV que ao somar-se a RF e ao prémio de liquidez chegar-se-á ao JV de 95,57%.

Para calcular a RV utilizou-se a fórmula:

(5.2)

$$RV = \frac{701,15 - 211,82}{3468,9} - 0,03226$$

Ao resultado, adicionando o prémio de liquidez, proceder-se-á ao somatório do valor da RF já calculada em (5.1) e far-se-á estes cálculos individualmente, consoante a volatilidade (histórica, implícita, Simulação Monte Carlo e GARCH) obtendo assim os resultados das tabelas 5.2, 5.3, 5.4, e 5.5. Atendendo à volatilidade histórica observa-se que o justo valor do produto estruturado é de 96,29%, verificando-se assim que o valor do produto estruturado é inferior ao preço que é vendido. É possível ainda apurar que o banco emitente irá vender o produto cerca de 3,71% mais caro que o seu justo valor.

Seguidamente, utilizar-se-á a volatilidade implícita para o cálculo da taxa variável, bem como da obtenção do justo valor. Esta é utilizada com uma perspetiva futura como se pode observar na Tabela 5.3.

Utilizando o modelo Simulação Monte Carlo para o cálculo da volatilidade Simulação Monte Carlo chegar-se-á a uma renda RV que, por sua vez, adicionada à RF obter-se-á o justo valor. Esta volatilidade é calculada através de um modelo que se baseia em amostras aleatórias. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 5.4.

Por último, utilizar-se-á a volatilidade calculada através de um GARCH (1,1), sendo os valores um pouco inferiores aos calculados com as outras volatilidades com o justo valor, como se pode visualizar na Tabela 5.5.

O prémio de liquidez é uma forma usada para oferecer segurança aos investidores e pode ser definida como sendo a diferença entre  $r(n)$  e o valor esperado  $r(n+2)$  como é possível observar abaixo (McCulloch & Huston, 1975).

(5.3)

$$Pl = r(n + 2) - r(n)$$

Tabela 5.2 – Preço do produto estruturado com volatilidade histórica

<b>CB0</b>	84,69%
------------	--------

	<b>Volatilidade Histórica</b>
<b>S0</b>	3468,9
<b>Long Call</b>	701,15
<b>Short Call</b>	211,82
<b>Prémio de Liquidez</b>	3,226%
<b>RV3</b>	10,88%

<b>Preço do Produto (CB0+RV3)</b>	95,57%
-----------------------------------	--------

Tabela 5.3 - Preço do produto estruturado com volatilidade implícita

<b>CB0</b>	84,69%
------------	--------

	<b>Volatilidade Implícita</b>
<b>S0</b>	3468,9
<b>Long Call</b>	779,25
<b>Short Call</b>	263,84
<b>Prémio de Liquidez</b>	3,226%
<b>RV3</b>	11,63%

<b>Preço do Produto (CB0+RV3)</b>	96,32%
-----------------------------------	--------

Tabela 5.4- Preço do produto estruturado com volatilidade SMC

<b>CB0</b>	<b>84,69%</b>
	<b>Volatilidade SMC</b>
<b>S0</b>	3468,9
<b>Long Call</b>	952,64
<b>Short Call</b>	392,84
<b>Prémio de Liquidez</b>	3,226%
<b>RV3</b>	<b>12,93%</b>
<b>Preço do Produto (CB0+RV3)</b>	<b>97,62%</b>

Tabela 5.5 - Preço do produto estruturado com volatilidade GARCH (1,1)

<b>CB0</b>	<b>84,69%</b>
	<b>Volatilidade GARCH</b>
<b>S0</b>	3469,9
<b>Long Call</b>	754,48
<b>Short Call</b>	246,87
<b>Prémio de Liquidez</b>	3,226%
<b>RV3</b>	<b>11,40%</b>
<b>Preço do Produto (CB0+RV3)</b>	<b>96,09%</b>

---

## 6. CONCLUSÃO

---

É consensual que o setor financeiro tem disponibilizado aos investidores um conjunto de produtos de investimento cada vez mais vasto e sofisticado, desafiando os engenheiros financeiros e os investidores na procura do produto financeiro ideal. Tal situação, leva a que muitas vezes se torne de extrema complexidade a sua avaliação tal é a sua complexidade criando, muitas vezes, cenários de risco elevado.

Assim sendo, uma avaliação sistemática e pragmática dos produtos estruturados financeiros é de extrema importância, uma vez que estes têm impacto na economia do país. Por exemplo, em Portugal, uma das causas da crise financeira do ano de 2007 foi a criação e a distribuição de produtos financeiros de elevada complexidade e cálculo, valorização e compreensão dos riscos a eles inerentes (CMVM, 2009). Como referimos ao longo do presente trabalho, por vezes, existe um “*overpricing*” dos produtos, apesar deste estar corretamente descrito nos documentos informativos e nos prospetos simplificados, mas, na verdade, os investidores, em relação aos emitentes, acabam por sair lesados.

No presente trabalho foi possível verificar que, no produto estruturado em estudo, a entidade bancária inicialmente começa a lucrar aquando da emissão do produto. Este ganho é, em média, 2% e 4%, isto se não for adicionado o prémio de liquidez. Conclui-se também que, através da utilização da volatilidade implícita, o justo valor do produto estruturado tende a diminuir face à utilização dos outros métodos indo de encontro com a literatura existente.

Neste sentido, de acordo com o “Relatório de Análise de Impacto da Regulamentação de Produtos Financeiros Complexos” (CMVM, 2009), é necessário um olhar redobrado na proteção do investidor dada, ainda, a insuficiência na informação disponibilizada aos investidores.

É de ressaltar que o presente estudo não está salvo de limitações, entre as quais podemos destacar a amostra reduzida e a pouca informação disponível relativamente aos produtos estruturados em estudo. No futuro seria importante incorporar uma amostra maior e heterogénea, por forma a permitir uma visão mais abrangente de como se encontra o mercado financeiro em Portugal, uma vez que existem poucos estudos neste âmbito tornar-se-ia uma mais valia. Seria ainda interessante conhecer quais os produtos estruturados mais vendidos e apreciados no Mercado Português, atendendo aos períodos pré e pós crise.

---

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Abreu, M., & Mendes, V. (2010). Financial Literacy and Portfolio Diversification. *Quantitative Finance*, 10(5), p.15-528.
- Abreu, Margarida e Victor Mendes (2017). "The investor in structured retail products: marketing driven or gambling oriented?". Instituto Superior de Economia e Gestão - DE *Working papers* nº 19/2017/DE/UECE.
- Ahn, D., Figlewski, S., & Gao, B. (1999). Pricing Discrete Barrier Options with an Adaptive Mesh Model. *The Journal of Derivatives*, 6(4), p.1-24.
- Andrade, S. (1998). Sobre o funcionamento dos Fundos garantidos. Instituto de Pesquisa Económica Aplicada. *Texto para discussão*, 561, p.1-22.
- Baranga, L. (2017). Opinion on the new financial products issued by financial institutions - structured products. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 11(1), 1-8.
- Baule, R., Tallau, C. (2011). The pricing of path-dependent structured financial retail products: The case of bonus certificates. *Journal of Derivatives*, 18(4), p.54-71.
- Bertrand, P., & Prigent, J., (2014). French Retail Financial Structured Products: A Typology and Assessment of Their Fair Pricing. *ESKA Publishing*, 135, p.4-18.
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *The journal of political economic*, 81(3), p.637-654.
- Blümke, A. (2009). *How to invest in Structured products: A Guide for Investors and Asset Managers*. 1th Edition, John Wiley and Sons, Ltd, United Kingdom.
- Bøe, G. (2007). Analyse av strukturerde spareprodukt. Et Kinderegg for banknæringen? Akademisk avhandling, *Norges Handelshøyskole*, p
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, p.307-327.
- Bouzoubaa, M., & Osseiran, A. (2010). *Exotic options and hybrids: A guide to structuring, pricing and trading*. 1th Edition, John Wiley & Sons, Ltd: United Kingdom
- Boyle, P. (1977). Options: A monte Carlo Approach. *Journal of Financial Economics*, 4(3), p.323-338.

- Broadie, M., & Glasserman, P. (1996) Pricing American-style securities using simulation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21(8), p.1323-1352.
- Broadie, M., Glasserman, P. & Kou, S. (1997). A Continuity correction for discrete barrier options. *Mathematical Finance*, 7(4), p.325–348.
- Box, G., Jenkins, G., Reinsel, G., Ljung, G. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. 5th Edition, The Wiley Finance Series.
- Brooks, C. (2002). Discussion on the paper by Spiegelhalter, Best, Carlim, and van der Linde (2002). *Journal of the royal Statistical Society B*, 64(4), 616-618
- Burth, S., Kraus, T. & Wohlwend, H. (2001). The Pricing of Structured Products in the Swiss Market.” *The Journal of Derivatives*, 9(2), p.30-40.
- Campa, J., Chang, K., & Reider, R. (1998). Implied exchange rate distributions: Evidence from OTC option markets. *Journal of International Money and Finance*, 17(1), p.117-160.
- Campanhã, M.B. (2007). Produtos Estruturados Vinculados à Ações: Uma análise empírica para operações com ativos subjacentes brasileiros durante o período de 2006-2007. Dissertação de Mestrado. Escola de Economia de São Paulo, Brasil.
- Cao, J. & Rieger, M. (2012). Risk Classes for Structured Products: Mathematical Aspects and their Implications on Behavioral Investors. *Annals of Finance*, 9(2013), p. 167-183.
- Casey, J. & Lanoo, K. (2004). *Europe’s hidden Capital Markets “Evolution, Architecture and Regulation of the European Bond Market”*. 1th Edition, Centre for European Policy Studies: BRUSSELS.
- Comissão do Mercado de Valores Mobiliários (2009). *Relatório de Análise de Impacto da Regulamentação de Produtos Financeiros Complexos*. CMVM, Lisboa.
- Comissão do Mercado de Valores Mobiliários (2012a). *Relatório Final da Consulta Pública nº 1/2012: Projeto de Regulamento da CMVM sobre Informação, Publicidade e Comercialização de Produtos Financeiros Complexos*. CMVM, Lisboa.
- Comissão do Mercado de Valores Mobiliários (2012b). *Produtos Financeiros Complexos*. CMVM, Lisboa.

- Chang, E., Tang, D., & Zhang, M. (2015). Suitability Checks and Household Investments in Structured Products. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 50(3), p.597-622. doi:10.1017/S0022109015000265.
- Chaput, S. J.. (2003). Vertic spread design. *Journal of Derivatives*, 15(3), p. 41-57.
- Chao-Hung, C. (2014). Judicial Inactivitism in Protecting Financial Consumer against Predatory Sale of Retail Structured Products: A Reflection from Retail Structured Notes Lawsuits in Taiwan. *Columbia Journal of Asian Law*, 27(2), p.165-220.
- Chen, A., & Kensinger, K. (1990). An analysis of market-index certificates of deposit. *Journal of Financial Services Research*, 4(2), p. 93-110.
- Christensen, B. J.& Prabhala, N. R., (1998). The relation between implied and realized volatility, *Journal of Financial Economics*, 50(2), p. 125-150.
- Cox, J., & Ross, S., (1976). The valuation of options for alternative stochastic processes. *Journal of financial economics*, 3(1-2), p.145-166.
- Cox, J., Ross, S., & Rubinstein, M. (1979). Option Pricing: A simplified Approach. *Journal of Financial Economics*, 3(1976), p.145-166.
- Das, S.R., & Statman, M. (2012). Options and structured products in behavioral portfolios. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 37(1), p.1-17.
- Deng, G., Husson, T., & McCann, C. (2014). Valuation of Structured Products. *Journal of Alternative Investments*, 16(4,) p.1-26.
- Edwards H. (2013). Liability for the rating and sale of structured credit products: Australian cases and their (much) wider implications. *Law and Financial Markets Review*, 7(2), p.88-96. doi: 10.5235/17521440.7.2.88.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation. *Econometrica* 50(4), p.987-1007.
- Entrop, O., McKenzie, M., Wilkens, M. & Winkler, C. (2016). The performance of individual investors in structured financial products. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 46(2016), p.569–604.
- Ferreira, D. (2009). *Opções Financeiras. Gestão de Risco, Especulação e Arbitragem*. 2.<sup>a</sup> ed. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.

- Figlewski, S., & Gao, B. (1999). The Adaptive Mesh Model: A New Approach to Efficient Option Pricing. *Journal of Financial Economics*, 53(3), p.313-351.
- Frohm, D. (2007). *The Pricing of Structured Products in Sweden - Empirical findings for Index - linked Notes issued by Swedbank in 2005*. Master's Thesis. Linköping Institute of Technology, Sweden.
- Gong, H., Thavaneswaran, A., Singh, J. (2010). A Black-Scholes Model with GARCH volatility. *Math Scientist* 35(1), p.37-42.
- Grünbichler, A., & Wohlwend, H., (2005). The valuation of structured products: Empirical findings for the swiss market. *Financial Markets and Portfolio Management*,19(4), p.361–380.
- Hargrave, M. (2019). *Bull Vertical Spread Definition*. Acedido em 30 agosto de 2019, em: <https://www.investopedia.com/terms/b/bullverticalspread.asp>
- Helberger, D. (2012). Why Do Investors Buy Structured Products? A Behavioral Finance Explanation. *The Journal of Wealth Management*, 14(4), p.51-60.
- Hens, T., & Rieger, M. (2014). Can utility optimization explain the demand for structured investment products? *Quantitative Finance*, 14(4), p.673-681
- Hens, T., & Rieger, M. (2009). The Dark Side of the Moon: Structured Products from the Customer's Perspective. *EFA 2009 Bergen Meetings Paper*. Bergen.
- Hentati-Kaffel, R. (2016). Structured products under generalized kappa ratio. *Economic Modelling* ,58, doi: 10.1016/j.econmod.2016.03.009.
- Hull, J. (2015). *Options, Futures and other Derivatives*. 9<sup>th</sup> Edition, Pearson Education International, New Jersey.
- London Stock Exchange, (2013). *Structured Products: Precision Tools - A Guide for Private Investors*. London Stock Exchange, London
- Kolb, W. R. & Overdahl, A. J. (2007). *Futures, Options, and Hardcover*. 5th, Wiley-Blackwell edition.
- Martinkutė-Kaulienė, R. (2012). Exotic options: a chooser option and its pricing. *Business, Management and Education*, 10(2), p. 289–301. doi:10.3846/bme.2012.20.
- Merton, R. (1973). Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4(1), p.1-44.

- Metropolis, N. (1987). The beginning of the Monte Carlo method. *Los Alamos Science*, 15, p.125-130.
- McCulloch, J. H. (1975). The tax-adjusted yield curve. *Journal of Finance*, 30, p.811-29.
- Monteiro, P. (2011). Prémios de risco. Banco Invest. Acedido em Set. 17, 2020. Disponível [http://www.bancoinvest.pt/Libraies/Pespecas/20111101\\_Pr%C3%A9mios\\_de\\_Risco.sflb.ashx?download=true](http://www.bancoinvest.pt/Libraies/Pespecas/20111101_Pr%C3%A9mios_de_Risco.sflb.ashx?download=true)
- Nickersonand, J. & Griffin, J. (2017). “Debt Correlations in the Wake of the Financial Crisis: What are Appropriate Default Correlation for Structured Products?” *Journal of Financial Economics*, 125(3), p.454-474.
- Oliveira, C. G. (2010). Produtos Financeiros Complexos. *Atualidade Jurídica* (1578-956X), 27, p. 104–110.
- Olazábal, A. & Marmorstein, H. (2010). Structured Products for the Retail Market: Regulatory Implications of Investor Innumeracy & Consumer Information Processing. *Arizona Law Review*, 52(3), p.623-673.
- Peng, Y., Lu, D., & Chen, Y. (2014). “A Constraint Programming Method for Advanced Planning and Scheduling System with Multilevel Structured Products,” *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2014, p.1-7.
- Pinto, A. (2014). *Os Produtos Estruturados Colocados no Mercado Português - Evolução das Características e da Complexidade*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Economia e Gestão, Porto.
- Scheffer, L. (2004). The Count of Monte Carlo. *International Workshop on Timing Issues in the Specification and synthesis of digital systems*.
- Schertler, A. (2014). Direct and Indirect Competition Among Structured Financial Products: The Case of Discount Certificates in Germany. *SSRN Electronic Journal*,
- Silva, P., & Silva, F. (2011). *O Mercado de Produtos Financeiros Complexos em Portugal – Uma abordagem quantitativa*. Cadernos do Mercado de Valores Imobiliários, CMVM.
- Simi, W. W., & Wang, X. (2013). Time-changed Lévy jump processes with GARCH model on reverse convertibles. *Review of Financial Economics*, 22(4), p.206-212.

- Sobol, I. M. (1994). *A primer for the Monte Carlo method*. 1<sup>st</sup> edition, Boca Raton, FL: CRC Press.
- Vandenbroucke, J. (2015). A Cumulative Prospect View on Portfolios that Hold Structured Products. *Journal of Behavioral Finance*, 16(4), p. 297-310.
- Wallmeier, M. (2011). Beyond payoff diagrams: how to present risk and return characteristics of structured products. *Financial Markets and Portfolio Management*, 25(3), p.313–338.
- Wallmeier, M., & Diethelm, M. (2009). Market Pricing of Exotic Structured Products: The Case of Multi-Asset Barrier Reverse Convertibles in Switzerland. *Journal Of Derivatives*, 17(2), 59-72.
- Wilkens, S., Erner, C., & Röder, K. (2003). *The Pricing of Structured Products – An Empirical Investigation of the German Market*. University of Munster – Chair of Finance, Munster, Germany.
- Weithers, T. (2006). *A Practical Guide to the FX Market*. 1th Edition, The Wiley Finance Series.


## ANEXOS

### ANEXO A. DOCUMENTO INFORMATIVO – EUR BULLISH EURO STOXX 50<sup>R</sup> 2018

#### Informações Fundamentais ao Investidor

#### PRODUTO FINANCEIRO COMPLEXO

Um investimento responsável exige que conheça as suas implicações e que esteja disposto a aceitá-las

<p>EUR BULLISH EURO STOXX 50<sup>R</sup> 2018 ISIN: XS1238181306</p> <p>Entidade Emitente: _____</p>	<p> TODOS OS INVESTIMENTOS TÊM RISCO</p> <p>Risco de perder mais do que 10% do capital investido</p>  <p>1 2 3 4</p> <p>NÍVEL CRESCENTE DE ALERTA</p> <p>Consulte o IFI/prospecto em <a href="http://www.cmm.pt">www.cmm.pt</a></p>
--	---

#### 1. Advertências específicas ao Investidor

Este produto financeiro complexo:

- Pode implicar a perda de parte do capital investido;
- Pode proporcionar rendimento nulo ou negativo;
- Proporciona uma taxa de rentabilidade inferior à exigida pelos investidores institucionais para níveis de risco idênticos;
- Pode ser reembolsado antecipadamente, por decisão do Emitente na sequência de alterações fiscais relevantes, caso em que poderá não haver lugar ao reembolso da totalidade do capital investido, podendo a perda do investidor ser superior a 15% do capital investido;
- Está sujeito ao risco de crédito do Emitente, \_\_\_\_\_;
- Implica que sejam suportados custos, comissões ou encargos;
- Está sujeito a potenciais conflitos de interesses na actuação do Agente de Cálculo, o p.t.c., e da entidade colocadora, \_\_\_\_\_;
- Não proporciona uma rentabilidade idêntica à taxa de variação dos indexantes.

*Este produto financeiro é especialmente complexo e pode ser de difícil entendimento por investidores não qualificados.*

Tomei conhecimento das advertências.

Data \_\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

#### 2. Descrição e principais características do produto

As *Notes EUR BULLISH EURO STOXX 50<sup>R</sup> 2018* (“Notes”) são um produto financeiro complexo com maturidade de 3 anos, cuja rentabilidade está associada à evolução da cotação do índice EURO STOXX 50<sup>R</sup> (SX5E) (o “Activo Subjacente”).

a) Quanto, quando e a que título o investidor paga ou pode pagar?

No momento da subscrição, o investidor adquire cada *Note* por €1.000, correspondendo este valor a 100% do seu valor nominal (sendo este o montante de referência para o cálculo dos juros). Os encargos a suportar pelo investidor podem ser consultados na secção 5 (“Encargos”).

b) Quanto, quando e a que título o investidor recebe ou pode receber?

Quando devida, a remuneração será paga na Data de Maturidade (29 de Junho de 2018) e está associada à evolução do Activo Subjacente, conforme observado na Data de Observação (22 de Junho de 2018). O cálculo da remuneração terá como referência o valor nominal das Notes (€1.000).

O capital também será reembolsado na Data de Maturidade, sendo que o capital investido está em risco até 15% do seu valor caso o desempenho do Activo Subjacente seja negativo.

Assim, o investidor receberá a título de remuneração e reembolso, na Data de Maturidade, o montante calculado de acordo com o seguinte:

Caso 1: Se a Taxa de Variação do Activo Subjacente é igual ou superior a 0%:

$$\text{Max [15\%; 100\% x Taxa de Variação do Activo Subjacente]} \times \text{VN} + 100\% \times \text{VN};$$

Caso 2: Se a Taxa de Variação do Activo Subjacente é inferior a 0%:

$$\text{Max [85\%; Valor Final / Valor Inicial]} \times \text{VN}.$$

Considerando que:

VN corresponde ao valor nominal de €1.000 por Note

Taxa de Variação do Activo Subjacente corresponde a Valor Final / Valor Inicial - 1

O Valor Inicial é observado no dia 29 de Junho de 2015 e o Valor Final é observado na Data de Observação (22 de Junho de 2018), sujeito à Convenção de Dias Úteis.

O reembolso na Data de Maturidade será, em qualquer circunstância, igual ou superior a 85% do capital inicialmente investido.

c) Quando, como e em que circunstâncias e com que consequências o investimento cessa ou pode cessar?

O investimento nas Notes cessa na Data de Maturidade (i.e., a 29 de Junho de 2018), sendo pago o montante devido ao investidor nessa mesma data.

Poderá existir Cessação Antecipada das Notes se, na sequência da entrada em vigor de alterações fiscais relevantes, o Emitente decidir cessar o investimento nas Notes, caso em que o investidor receberá um montante correspondente ao seu valor de mercado (conforme determinado pelo Emitente), podendo não haver lugar ao reembolso da totalidade do capital investido. Neste caso, o investidor poderá perder um montante superior a 15% da totalidade do capital investido.

Período de comercialização e preço de subscrição: O período de comercialização do produto é de 28 de Maio a 24 de Junho de 2015. O preço de subscrição é de €1.000 por Note correspondendo a 100% do seu valor nominal.

Data de Emissão e de Maturidade das Notes: A Data de Emissão é dia 29 de Junho de 2015 e a Data de Maturidade é dia 29 de Junho de 2018, sujeita à Convenção de Dias Úteis. As Notes têm, portanto, um prazo de 3 anos.

Informação sobre o Activo Subjacente: A informação sobre o Activo Subjacente EURO STOXX 50® pode ser consultada na página oficial da Bloomberg através do código SX5E Index ou em [http://www.stoxx.com/indices/index\\_information.html?symbol=sx5E](http://www.stoxx.com/indices/index_information.html?symbol=sx5E).

### 3. Principais factores de risco

Risco de Mercado: Um investimento nas Notes comporta o risco de o desempenho e volatilidade do Activo Subjacente das Notes poder variar e tal ter impacto na remuneração das Notes.

Risco de Capital: As Notes não têm o capital totalmente garantido na Data de Maturidade, estando até 15% do valor nominal de cada Note em risco em caso de desvalorização do Activo Subjacente na Data de Observação (22 de Junho de 2018). Por esta razão, o investidor deverá ser capaz de suportar uma perda parcial do capital inicialmente investido.

Risco de Crédito: Um investimento nas Notes comporta o risco de crédito do Emitente, que poderá não ter condições para cumprir as suas obrigações de pagamento ao abrigo das Notes, nomeadamente em caso de insolvência.

Risco de Taxa De Juro: Um investimento nas Notes comporta o risco de a taxa de juro poder variar e

tal ter impacto na valorização das Notes. A subida do nível das taxas de juro em Euros tende a contribuir para a redução do preço de venda do Produto Financeiro Complexo e vice-versa, sendo este efeito mitigado à medida que o produto se aproxima da Data de Maturidade.

**Risco de Liquidez:** O investidor poderá alienar as Notes antes da Data de Maturidade. Nesse caso, o investidor sujeitar-se-á aos preços oferecidos no momento em causa, conforme cotados pelo Agente de Cálculo, o qual poderá cotar o preço das Notes acima ou abaixo do seu valor nominal, dependendo, entre outros factores, da evolução das taxas de juro, do desempenho e volatilidade do Activo Subjacente, não existindo qualquer garantia de que o preço oferecido para a compra seja o do valor nominal.

**Risco de Conflitos de Interesses:** O Emitente é uma subsidiária do Agente de Cálculo e Pagador. O [redacted] e o Agente de Cálculo são entidades pertencentes ao mesmo grupo bancário à data de início da comercialização do presente produto, nos termos referidos em B5 Sumário do Programa assim como na informação constante do ponto 6 deste documento no capítulo relativo à 'Descrição do Grupo e da posição do Emitente dentro do Grupo'.

**Risco Jurídico e Fiscal:** Alterações no regime aplicável às Notes, nomeadamente no regime fiscal, poderão ter impacto na rentabilidade do produto.

*Podem existir outros factores de risco com impacto directo e relevante no capital e na rentabilidade deste Produto Financeiro Complexo.*

#### 4. Cenários e Probabilidades

Pior Resultado Possível	No pior resultado possível, o investidor não receberá qualquer remuneração e o reembolso de capital é de 85%, pelo que perde, neste caso, 15% do capital investido.
Melhor Resultado Possível	À data não é possível determinar o melhor resultado possível, dado que a remuneração depende do desempenho (positivo) do Activo Subjacente observado na Data de Observação (22 de Junho de 2018) quando comparado com o Valor Inicial, sem limite máximo. Neste cenário, o cliente recebe a totalidade do capital investido acrescido da remuneração.
Cenário pessimista	Este cenário assume que o investidor não recebe remuneração e o reembolso corresponde a 85% do valor nominal das Notes. A taxa interna de rentabilidade anual bruta seria de -5,27% e estima-se em 10% a probabilidade da taxa de rentabilidade ser inferior àquela taxa.
Cenário central	Este cenário assume que o investidor recebe uma remuneração de 21,56% e o reembolso corresponde a 100% do valor nominal das Notes. A taxa interna de rentabilidade anual bruta seria de 6,72% e estima-se em 50% a probabilidade da taxa de rentabilidade ser inferior àquela taxa.
Cenário optimista	Este cenário assume que o investidor recebe uma remuneração de 78,57% e o reembolso corresponde a 100% do valor nominal das Notes. A taxa interna de rentabilidade anual bruta seria de 21,32% e estima-se em 90% a probabilidade da taxa de rentabilidade ser inferior àquela taxa.

*Os cenários apresentados correspondem a simulações, não existindo a garantia da sua ocorrência.*

#### 5. Encargos

Não existem despesas e comissões associadas à subscrição. Serão aplicadas comissões para transacções de venda após a data de emissão e comissão de custódia de acordo com o preço actual de [redacted] conforme pode ser consultado em [redacted]

Poderá obter mais esclarecimentos junto do [redacted]

#### 6. Outras informações

**Montante Global Da Emissão e Valor Nominal das Notes:** O montante máximo global da emissão será €10.000.000 (dez milhões de Euros) e o valor nominal será de €1.000 (mil Euros) por Note.

**Oferta e admissão à negociação:** O presente Produto Financeiro Complexo será objecto de oferta

pública em Portugal e não se prevê que seja solicitada admissão à negociação.

**Activo Subjacente:** O EURO STOXX 50® (SX5E) é um índice composto por 50 acções europeias *blue-chip* de países pertencentes à União Económica e Monetária, correspondendo a acções de grandes empresas com registos sólidos de lucros estáveis ou crescimento de dividendos e com uma reputação de alta qualidade de gestão ou de produtos. É um índice *free-float* (i.e., indicando a percentagem de acções que são livremente transacionadas e disponíveis ao público) e as ponderações dos constituintes dependem da capitalização de mercado e limitadas a 10%. O Euro Stoxx 50 foi desenvolvido com um valor base de 1.000 pontos em 31 de Dezembro de 1991.

O índice EURO STOXX 50® e as marcas comerciais utilizadas no nome do índice são propriedade intelectual da STOXX Limited, Zurique, Suíça e/ou das entidades licenciadoras da STOXX. O índice é utilizado sob licença da STOXX. Os títulos com base no índice não são de forma alguma patrocinados, apoiados, vendidos ou promovidos pela STOXX e/ou as suas entidades licenciadoras, e nem a STOXX nem as suas entidades licenciadoras terão qualquer responsabilidade a esse respeito.

A informação sobre o Activo Subjacente EURO STOXX 50® pode ser consultada na página oficial da Bloomberg através do código SX5E Index ou em [http://www.stoxx.com/indices/index\\_information.html?symbol=sx5E](http://www.stoxx.com/indices/index_information.html?symbol=sx5E).

Entidade Comercializadora: [REDACTED]

Agente de Cálculo: [REDACTED]

Entidade responsável pela elaboração do IFI: [REDACTED]

Entidades de Supervisão:

- Aprovação dos documentos relativos à oferta: O *Central Bank of Ireland* ("CBI") é a autoridade de supervisão responsável pela aprovação do prospecto de base ao abrigo do qual a presente oferta é feita.
- Supervisão do Emitente: O CBI é a autoridade de supervisão comportamental do Emitente [REDACTED] no âmbito da sua actividade financeira na Irlanda. O Emitente é uma subsidiária do [REDACTED] encontrando-se, por isso, no âmbito da supervisão em base consolidada desta entidade.
- Supervisão da comercialização das Notes: A CMVM é a autoridade de supervisão responsável pela supervisão da comercialização das Notes.

Entidade a quem seja possível apresentar reclamações: Poderão ser apresentadas reclamações à CMVM, enquanto entidade de supervisão da comercialização das Notes, em [www.cmvm.pt](http://www.cmvm.pt) ou ligando para o 800 205 339, e ao [REDACTED], enquanto entidade comercializadora das mesmas, para o endereço Praça Marquês de Pombal, n.º 3, 3.º andar, 1250-216 Lisboa.

Convenção de dias úteis para a data de pagamento: Dia Útil Seguinte (caso a data de pagamento não seja um Dia Útil de Liquidação, esse pagamento será ajustado para o Dia Útil de Liquidação imediatamente seguinte).

Dias Úteis de Liquidação: Dias que sejam úteis para o sistema TARGET2 (Trans-European Automated Real-Time Gross Settlement Express Transfer System - [www.ecb.int](http://www.ecb.int)) e em Londres, ou seja, dias em que o mercado em Londres se encontre aberto.

Descrição do Grupo e da posição do Emitente dentro do Grupo: O [REDACTED] foi vendido no dia 8 de dezembro de 2014 à [REDACTED], uma sociedade constituída em Hong Kong, sendo uma subsidiária integralmente detida pela [REDACTED]. A venda encontra-se sujeita à verificação de determinadas condições antes da data que termina nove meses após 8 de dezembro de 2014, incluindo a aprovação pela Comissão Europeia e por determinadas autoridades de supervisão e da concorrência. Até à concretização da referida venda, o [REDACTED] é parte do grupo [REDACTED]. [REDACTED] foi constituído no dia 3 de agosto de 2014 nos termos da decisão do Banco de Portugal que aplicou uma medida de resolução ao [REDACTED] ("BES") e transferiu todos os ativos, passivos, elementos extrapatrimoniais e ativos sob gestão do [REDACTED] para o [REDACTED], exceto aqueles que foram expressamente excluídos nas decisões do Banco de Portugal de 3 e 11 de agosto de 2014. O [REDACTED] é a sociedade mãe do [REDACTED] detêm 100 % dos direitos de voto no [REDACTED] na presente data.

O [REDACTED] é o banco de investimento de [REDACTED], sendo os restantes 0.1 por cento detidos por empresas nomeiee.

Lei aplicável e jurisdição competente: A lei aplicável às Notes é a lei inglesa e os tribunais competentes para dirimir litígios entre o Emitente e os investidores são os tribunais ingleses, podendo, no entanto, os investidores requerer a sua pretensão junto dos tribunais portugueses sem que a isso o Emitente se oponha.

Regime Fiscal: O rendimento das **EUR BULLISH EURO STOXX 50® 2018** está sujeito a retenção na fonte, estando à data actual sujeita ao seguinte regime fiscal:

#### JUROS

Pessoas singulares residentes em Portugal: Retenção na fonte de IRS, à taxa de 28%, nos termos do n.º 2 do artigo 71.º do Código do IRS, com possibilidade de opção pelo englobamento dos rendimentos. Esta retenção na fonte deve ser efectuada pela entidade residente em Portugal que pagar ou colocar à disposição o rendimento. Caso não seja sujeito a esta retenção na fonte, o titular dos rendimentos será tributado autonomamente a uma taxa de 28% excepto se o titular optar pelo englobamento dos rendimentos. Nesta opção, ficará sujeito às taxas progressivas de IRS (taxa máxima actual de 48%) e às taxas adicionais de IRS de 2,5% ao rendimento colectável que exceder €80.000 e de 5% para os rendimentos que excederem € 250.000. Optando pelo englobamento, aqueles rendimentos estão ainda sujeitos a uma sobretaxa extraordinária de IRS de 3,5% na parte que exceda, deduzidas as contribuições para a segurança social, o valor anual da retribuição mínima mensal garantida. Estão sujeitos a retenção na fonte a título definitivo à taxa liberatória de 35% os rendimentos de capitais sempre que sejam pagos ou colocados à disposição em contas abertas em nome de um ou mais titulares mas por conta de terceiros não identificados, excepto quando seja identificado o beneficiário efectivo, termos em que se aplicam as regras gerais.

Pessoas singulares residentes na Região Autónoma dos Açores (RAA) e Região Autónoma da Madeira (RAM): A taxa de retenção na fonte e de tributação autónoma de IRS para a RAA é de 22,40%. As taxas de retenção na fonte e de tributação autónoma de IRS da RAM são as mesmas que as aplicáveis no Continente.

Pessoas não residentes em Portugal: Não sujeitos a IRS/IRC.

#### MAIS-VALIAS E MENOS-VALIAS

Pessoas singulares residentes em Portugal: As mais-valias e menos-valias apuradas na alienação de títulos de dívida contribuem para o cômputo do saldo anual de mais-valias e menos-valias decorrentes da venda de obrigações e outros títulos de dívida, de partes sociais e outros valores mobiliários e de operações com instrumentos financeiros derivados (excepto *swaps* de taxa de juro, *swaps* cambiais, *swaps* de taxa de juro e de divisa e operações cambiais a prazo), warrants autónomos e certificados. O referido saldo anual, quando seja positivo, está sujeito a tributação em IRS a uma taxa especial de 28%.

Pessoas não residentes em Portugal: Não sujeitos a IRS/IRC.

*A presente secção constitui um resumo do regime fiscal que poderá vir a ser alterado e não dispensa a consulta da legislação aplicável*

Locais de consulta de outra documentação relevante: A documentação relevante adicional para esta emissão é a seguinte:

1. Os "Final Terms EUR BULLISH EURO STOXX 50® 2018 Notes (the "Notes") issued pursuant to the € 2,500,000,000 Euro Medium Term Note Programme", datados de 22 de Maio de 2015;
2. A Offering Circular datada de 30 de Março de 2015;

O presente IFI encontra-se disponível em [www.cmvm.pt](http://www.cmvm.pt). Os documentos referidos no parágrafo anterior poderão ser consultados em [www.cmvm.pt](http://www.cmvm.pt) e solicitados ao [www.cmvm.pt](http://www.cmvm.pt) (a Entidade Colocadora) durante o horário de funcionamento bancário no [www.cmvm.pt](http://www.cmvm.pt).

Data de elaboração e última actualização do documento: O documento foi elaborado a 22 de Maio de 2015 e actualizado a 28 de Maio de 2015.

Recebi um exemplar deste documento previamente à aquisição.

Data \_\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_