

ESTUDOS CMVM

N.º1 2010

PRODUTOS FINANCEIROS

COMPLEXOS:

METODOLOGIAS

PARA A SUA AVALIAÇÃO



CMVM

Fevereiro 2010

CONTEÚDO

1. Introdução	3
2. Modelos quantitativos utilizados na análise	4
2.1. Simulação de Monte Carlo paramétrica	4
2.1.1. Movimento Browniano Geométrico.....	5
2.1.2. Variance Gamma process	8
2.1.3. Modelo de Vasicek.....	9
2.1.4. Modelo de Cox, Ingersoll e Ross (CIR)	9
2.2. Simulação histórica com recurso ao bootstrapp	10
2.3. Pressupostos assumidos para as simulações.....	10
3. Análise dos produtos financeiros complexos	12
3.1. PFC A.....	12
3.2. PFC B.....	16
3.3. PFC C.....	18
3.4. PFC D.....	21
3.5. PFC E.....	24
3.6. PFC F.....	28
3.7. PFC G.....	30
3.8. PFC H.....	33
3.9. PFC I.....	35
4. Conclusão / Resumo	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas duas metodologias utilizadas.	14
Gráfico 2 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas duas metodologias utilizadas.	17
Gráfico 3 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas duas metodologias utilizadas.	20
Gráfico 4 – Simulações das TAEN encontradas pelas três metodologias utilizadas.	23
Gráfico 5 – Simulação das TAEN nos intervalos encontradas pelas três metodologias utilizadas.	27
Gráfico 6 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas duas metodologias utilizadas.	29
Gráfico 7 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas duas metodologias utilizadas.	32
Gráfico 8 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas duas metodologias utilizadas.	34
Gráfico 9 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas três metodologias utilizadas.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Probabilidade de pagamento de cupão pelas duas metodologias utilizadas.....	13
Tabela 2 – – Probabilidade de pagamento de cupão de 5% pelas duas metodologias utilizadas.	17
Tabela 3 – Probabilidade de pagamento de cupão pelas duas metodologias utilizadas.....	19
Tabela 4 – Probabilidade de pagamento de cupão pelas três metodologias utilizadas.	22

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da última década a banca tradicional passou a disponibilizar aos seus clientes produtos de poupança/investimento cada vez mais sofisticados. Alguns desses produtos passaram a competir directamente com os produtos de poupança tradicional, como os depósitos em que era oferecido aos clientes uma remuneração fixa. Com a implementação da DMIF, alguns destes produtos financeiros passaram a ser alvo de uma regulamentação e vigilância mais apertadas. Entre esses produtos constam os produtos financeiros complexos. Em regra a rendibilidade destes produtos está dependente da evolução de um ou mais activos subjacentes. A agressividade e o risco destes novos produtos de poupança/investimento são bastante heterogéneas.

Um dos problemas mais comuns que os investidores enfrentam está ligado à avaliação dos produtos financeiros complexos. Com efeito, mesmo investidores com maiores conhecimentos na área de mercados de capitais apresentam alguma dificuldade em compreender o exotismo que a maioria destes produtos apresenta.

A não linearidade da estrutura de *payoffs* dos produtos financeiros complexos não é facilmente apreendida pelos investidores. Assim acontece com os produtos cuja estrutura de *payoffs* apresenta uma elevada assimetria e *kurtosis*. Isto significa que, nesses casos, os produtos associam elevadas taxas de rendibilidade a alguns cenários como factor de atracção de clientes. Todavia, a probabilidade de sucesso associada a esses cenários é baixa e a rendibilidade esperada dos produtos é usualmente inferior à rendibilidade de aplicações convencionais.

Neste estudo são analisados vários produtos financeiros complexos que apresentam algumas das características referidas. O exotismo deste tipo de produtos é diverso, não sendo exequível analisar toda a gama existente no mercado. Sem prejuízo disso, procurou-se seleccionar um conjunto abrangente de produtos financeiros complexos que incluía, na medida do possível as principais características desta classe de instrumentos financeiros.

Em suma, este estudo procura descrever a natureza dos produtos e perceber em que medida seria viável compelir os intermediários financeiros a associar aos vários cenários possíveis a probabilidade de ganhos e/ou de perdas para os aforradores, de modo a que estes possam realizar uma escolha mais bem informada e, por isso, mais consciente. O texto encontra-se dividido da seguinte forma: o segundo capítulo trata as questões teóricas relacionadas com os modelos quantitativos utilizados para avaliação e cálculo das probabilidades associadas aos vários cenários possíveis de rendibilidade para os produtos financeiros complexos; no terceiro capítulo descrevem-se os vários produtos seleccionados e apresentam-se os resultados da sua avaliação; no último capítulo, confrontam-se os resultados dos diversos produtos analisados e apresenta-se uma síntese conclusiva.

2. MODELOS QUANTITATIVOS UTILIZADOS NA ANÁLISE

A década de 70 do século passado foi marcada por um crescimento exponencial dos mercados de derivados nos EUA e nas principais praças financeiras mundiais. A esse desenvolvimento não foram alheios os progressos científicos na investigação associada à valorização de activos financeiros contingentes. A publicação de “*The Pricing of Options and Corporate Liabilities*” por Fischer Black e Myron Scholes em 1973 deu início a uma nova era nos mercados financeiros internacionais, que foram progressivamente introduzindo produtos inovadores alicerçados na teoria das opções.

A valorização de opções *plain vanilla* é usualmente efectuada a partir de uma fórmula fechada: a fórmula de Black-Sholes. Porém, a introdução de produtos cada vez mais exóticos no mercado levou a indústria financeira a recorrer a métodos alternativos para a avaliação desses produtos. Entre esses métodos destacam-se as árvores binomiais (ou trinomiais) e as simulações de Monte Carlo (paramétricas e não paramétricas).

Uma vez que os produtos financeiros complexos analisados dependem, na sua maioria, da evolução de dois ou mais activos subjacentes correlacionados entre si, a utilização do método de simulação de Monte Carlo afigura-se mais adequada. No entanto, foram considerados dois métodos alternativos para o apuramento da TAEN dos produtos financeiros complexos e das probabilidades implícitas associadas ao pagamento dos vários *payoffs*:

- i) Simulação de Monte Carlo paramétrica para a evolução das cotações dos activos subjacentes;
- ii) *Bootstrapp* para as variações das cotações dos activos subjacentes.

2.1. SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO PARAMÉTRICA

A simulação de Monte Carlo¹ Paramétrica poderá ser realizada recorrendo a diversos processos estocásticos. Neste estudo foram considerados os seguintes: Movimento Browniano Geométrico (MBG), o *Variance Gamma Model* (VGM), o modelo de Vasicek e o modelo de Cox, Ingersoll e Ross (CIR).

¹ O método de Monte Carlo (MMC) é um método estatístico utilizado em simulações estocásticas com diversas aplicações em áreas. O método de Monte Carlo tem sido utilizado há bastante tempo como forma de obter aproximações numéricas de funções complexas. Este método tipicamente envolve a geração de observações de alguma distribuição de probabilidades e o uso da amostra obtida para aproximar a função de interesse. As aplicações mais comuns são em computação numérica para avaliar integrais. A ideia do método é escrever a integral que se deseja calcular como um valor esperado. Fonte: *The Basics of Monte Carlo Simulation, University of Nebraska-Lincoln, Joy Woller, Spring 1996*

2.1.1. MOVIMENTO BROWNIANO GEOMÉTRICO

O primeiro processo estocástico considerado para a avaliação de produtos financeiros complexos foi o Movimento Browniano Geométrico. Trata-se do processo estocástico utilizado por Black e Scholes² (1973). O modelo de valorização de activos contingentes proposto pelos investigadores assenta num conjunto de pressupostos relativos à evolução das cotações dos activos subjacentes, designadamente:

1. Os preços dos activos subjacentes seguem um Movimento Browniano Geométrico:

$$dS_{t+1}^i = \mu(t) \times S_t^i + \sigma(t) \times S_t^i \times dz$$

em que dz é um processo de Wiener, $\mu(t)$ corresponde à taxa de rendibilidade esperada em t e $\sigma(t)$ é a volatilidade esperada em t .

O movimento geométrico utilizado por Black e Scholes (1973) pressupõe adicionalmente que $\mu(t)$ e $\sigma(t)$ são constantes ao longo do tempo, o que significa que:

$$dS_{t+1}^i = \mu \times S_t^i + \sigma \times S_t^i \times dz$$

2. São permitidas posições curtas nos títulos;
3. Não existem custos de transacção ou impostos. Todos os títulos são perfeitamente divisíveis;
4. Não existem oportunidades de arbitragem;
5. Existe negociação contínua dos títulos;
6. A taxa de juro sem risco é constante em todas as maturidades.

Quando utilizada para valorizar activos contingentes, a simulação de Monte Carlo assenta numa avaliação neutra face ao risco. O objectivo deste método é simular a trajectória dos *payoffs* esperados num mundo de neutralidade face ao risco, descontando posteriormente esse *payoff* à taxa de juro sem risco.³ Assumindo taxas de juro e *dividend yield* de cada título constantes, a trajectória de cada activo seria dada pela seguinte expressão:

$$S_T^i = S_0^i \times \exp \left[\left(r - d - \frac{\sigma^2}{2} \right) \times dt + \sigma \times \epsilon \times \sqrt{dt} \right]$$

em que ϵ diz respeito ao choque aleatório sobre a variação do título, e r e d correspondem à taxa de juro sem risco e ao *dividend yield* do título, respectivamente.

² Fischer Black e Myron Scholes, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *The Journal of Political Economy*, Vol. 81, No. 3. (May - Jun., 1973), pp. 637 - 654.

³ A utilização de uma taxa de juro sem risco nestes modelos deve-se à imposição de inexistência de oportunidades de arbitragem, para que o preço do instrumento seja justo.

Em alguns produtos financeiros complexos, a remuneração dos detentores poderá depender de vários activos cujas rendibilidades poderão estar fortemente correlacionadas. Isto significa que o processo de Wiener respeitante ao choque aleatório sobre os vários títulos deverá ser ajustado de modo a incorporar as correlações existentes entre as rendibilidades dos vários activos. A literatura refere a existência de vários métodos, sendo os principais a decomposição de Cholesky e o método dos componentes principais.⁴ Em termos computacionais, a decomposição de Cholesky parece ser mais apelativa, sendo por isso o método utilizado para incorporar a estrutura de correlações entre os vários activos subjacentes nas simulações.

A decomposição de Cholesky permite, assim, modelizar a trajectória de processos estocásticos dependentes a partir de amostras independentes obtidas através de distribuições normais univariadas.

A variável ϵ poderá ser assim obtida da seguinte forma:

- a) Geração de k amostras independentes de uma distribuição normal (em que k é idêntico ao número de títulos)
- b) Cálculo da matriz de correlações para os vários activos subjacentes
- c) Aplicação da decomposição de Cholesky à matriz de correlações dos vários activos subjacentes
- d) Considere-se agora a matriz $B_{(n \times k)}$ correspondente a k amostras independentes (de n observações) geradas em a), e $J_{(k \times k)}$ a matriz resultante da decomposição de Cholesky:

$$\epsilon_{(n \times k)} = B_{(n \times k)} \times J_{(k \times k)}$$

A matriz $\epsilon_{(n \times k)}$ fornece o choque aleatório para os k activos subjacentes que influenciam os *payoffs* do produto financeiro complexo. A coluna k desta matriz irá conter as n simulações para a cotação do activo subjacente k .

Após a obtenção das n simulações da trajectória seguida por cada um dos k activos será possível obter as probabilidades de cada um dos cenários num contexto de neutralidade face ao risco.

⁴ Hull, J. (2008), *Options, Futures, and Other Derivatives*, 7th Edition Prentice Hall.
Les Clewlow e Strickland C. (1998), *Implementing Derivative Models*, Wiley Series in Financial Engineering).

Decomposição de Cholesky

Para realizar a simulação de Monte Carlo na presença de activos cujas rendibilidades estão correlacionadas será necessário gerar números aleatórios a partir de uma função de distribuição normal multivariada. Um método recorrentemente utilizado para efectuar a geração de números assenta na Decomposição de Cholesky. Para realizar a geração de números aleatórios podem seguir-se os seguintes passos:

1 - Geração de k amostras independentes a partir de uma distribuição normal (geradas utilizando o algoritmo existente no Microsoft Excel) - $x(k)$

2 - Cálculo da correlação entre as k séries de rendibilidades dos activos subjacentes - ρ_{ij}

3 - Obtenção de k amostras dependentes a partir da matriz resultante da decomposição de Cholesky (ϵ_k).

$$\epsilon_1 = \alpha_{11}x_1$$

$$\epsilon_2 = \alpha_{21}x_1 + \alpha_{22}x_2$$

$$\epsilon_3 = \alpha_{31}x_1 + \alpha_{32}x_2 + \alpha_{33}x_3 \dots$$

Os coeficientes α_{ij} são obtidos através da decomposição de Cholesky. Com efeito, no caso em que temos três activos subjacentes os coeficientes utilizados são calculados da seguinte forma:

$$\alpha_{11} = 1; \alpha_{21} \Rightarrow \alpha_{21}\alpha_{11} = \rho_{21}$$

$$\alpha_{22} \Rightarrow \alpha_{21}^2 + \alpha_{22}^2 = 1$$

$$\alpha_{31} \Rightarrow \alpha_{31}\alpha_{11} = \rho_{31};$$

$$\alpha_{32} \Rightarrow \alpha_{31}\alpha_{21} + \alpha_{32}\alpha_{22} = \rho_{32}$$

$$\alpha_{33} \Rightarrow \alpha_{31}^2 + \alpha_{32}^2 + \alpha_{33}^2 = 1$$

Generalizando

$$\alpha_{n1} = 1; \alpha_{n1}\alpha_{11} = \rho_{n1}$$

...

$$\alpha_{n\ n-1} \Rightarrow \alpha_{n\ 1}\alpha_{n-1\ 1} + \alpha_{n\ n-1}\alpha_{n-1\ n-1} = \rho_{n\ n-1}$$

$$\alpha_{nn} \Rightarrow \alpha_{n\ 1}^2 + \alpha_{n\ 2}^2 + \dots + \alpha_{nn}^2 = 1$$

2.1.2. VARIANCE GAMMA PROCESS

Apesar da sua forte popularidade, o modelo de Black-Scholes apresenta algumas limitações. Por um lado, alguns dos pressupostos em que assenta este modelo não se verificam no mundo real. Por outro, alguma evidência empírica mostra que *traders* e investidores utilizam um “modelo de avaliação” diferente do modelo de Black-Scholes. Um *trader* que pretenda tomar as melhores decisões possíveis não pode ignorar as fragilidades dos modelos teóricos. Consequentemente, e não obstante a importância do modelo de Black-Scholes na valorização de opções, os investidores procuram formas de reduzir potenciais erros resultantes das suas fragilidades. Esta evidência ficou patenteada com o estudo dos *volatility smiles*.

Alguns investigadores recolheram evidência para opções *plain vanilla* da existência de volatilidades implícitas diferentes em opções em tudo idênticas, à excepção do preço de exercício. Uma explicação possível para a presença de *volatility smiles* reside na incorporação nos preços, pelos investidores, de potenciais erros resultantes da utilização da função de distribuição log-normal para modelizar a evolução da cotação do activo subjacente. A elevada kurtosis e a existência de assimetria na função de distribuição das rendibilidades do activo subjacente foram uma das explicações encontradas para a existência de *volatility smiles*.⁵ Uma elevada kurtosis na função de distribuição empírica das rendibilidades de um título significa que a probabilidade de o evento ocorrer num ponto próximo da média é mais elevada do que quando admitimos que essa série assume a distribuição teórica normal.

Madan, Carr e Chang (1998)⁶ propuseram um modelo de avaliação alternativo assente no Variance-Gamma *process*. Trata-se de um *jump diffusion model*. Este tipo de modelos permite acomodar distribuições de rendibilidades de activos subjacentes caracterizados por kurtosis superiores a 3. Assim, o modelo é caracterizado pelas seguintes equações:

$$w = \frac{T}{v} \times \ln \left(1 + \theta \times v - \frac{\sigma^2}{2} \times v \right)$$

$$g = \text{GammaInv} \left(\phi(\epsilon), \frac{T}{v}, v \right)$$

$$\lambda = g \times \theta + \sqrt{g} \times \sigma \times \phi(\epsilon)$$

$$S_T^i = S_0^i \times \exp[(r - d) \times T + \lambda + w]$$

em que v e θ estão associados à kurtosis e assimetria da função de distribuição das rendibilidades do activo subjacente, σ corresponde à volatilidade do activo subjacente, d é

⁵ Esta metodologia foi aplicada nos produtos em que se verificou uma kurtosis e assimetria elevadas (superior à normal).

⁶ Madan, Carr e Chang. “The Variance-Gamma process and option pricing”. *European Finance Review* 2 (1998).

o *dividend yield*, r é a taxa de juro sem risco, S_t^i é o preço do activo subjacente em t , T diz respeito ao tempo que resta até à maturidade do produto e ϵ é o choque aleatório. Uma vez que alguns produtos financeiros complexos contemplam vários activos subjacentes, também neste caso se utilizou a decomposição de Cholesky para modelizar a estrutura de correlações das rendibilidades.

2.1.3. MODELO DE VASICEK

Os processos estocásticos descritos atrás assentam no pressuposto que o activo subjacente segue uma tendência determinística (“*drift*”). Porém, existe uma classe de activos subjacentes que não seguem uma tendência e, ao invés, reverterem para um valor de equilíbrio de longo prazo. Nesta categoria de variáveis incluem-se as taxas de juro, as taxas de inflação e as taxas de câmbio. O modelo de Vasicek é um desses modelos.

O processo estocástico associado a este modelo é o seguinte:

$$dr_{t+1}^i = a(b - r_t^i) \times dt + \sigma \times dz$$

em que r_t^i corresponde ao valor do indicador de referência (taxa de juro, taxa de inflação, etc), a (>0) é a velocidade de reversão para a média, b corresponde à média de equilíbrio de longo prazo, σ é a volatilidade da variável dependente e dz é um processo de Wiener.

O processo de reversão para a média desencadeia-se da seguinte forma: quando r_t^i está acima (abaixo) do valor de equilíbrio de longo prazo (b), existe uma força que a “puxa” novamente para o seu valor de equilíbrio. Essa força irá depender do parâmetro a , isto é, quanto maior for este parâmetro mais rapidamente a variável dependente irá convergir para o valor de equilíbrio.

O modelo de Vasicek apresenta, contudo, uma forte limitação que se prende com o facto de possibilitar que a variável dependente seja negativa, o que o torna pouco apelativo para simular a evolução de taxas de juro ou mesmo de taxas de câmbio.

2.1.4. MODELO DE COX, INGERSOLL E ROSS (CIR)

No modelo de Cox, Ingersoll e Ross, a evolução da variável dependente também exhibe reversão face à média. Porém, este processo estocástico impõe que a variável dependente não possa assumir valores negativos, tornando-o bastante apelativo na simulação de taxas de juro.

$$dr_{t+1}^i = a(b - r_t^i) \times dt + \sigma \times \sqrt{r_t^i} \times dz$$

O significado das variáveis acima é idêntico ao das variáveis utilizadas no modelo de Vasicek.

Por último, de referir que o impacto da volatilidade irá depender do valor assumido pela variável dependente. Isto significa que a magnitude desse impacto será tanto superior quanto maior for o valor da variável dependente.

2.2. SIMULAÇÃO HISTÓRICA COM RECURSO AO BOOTSTRAPP

Uma das maiores críticas à abordagem anterior é a necessidade de se assumir que as rendibilidades dos activos subjacentes seguem uma distribuição normal. Uma abordagem alternativa é a simulação histórica com recurso ao *bootstrapp*. Ao invés de se assumir que as rendibilidades dos activos subjacentes têm uma distribuição paramétrica, podemos assumir a sua distribuição empírica.

As vantagens desta abordagem são a sua simplicidade, o facto de não requerer que os retornos tenham uma distribuição normal e não requerer o cálculo das correlações e desvios-padrão das rentabilidades dos activos subjacentes.

O *bootstrapp* foi introduzido por Efron no final dos anos 70.⁷ Trata-se de uma técnica não paramétrica que pode em algumas circunstâncias substituir a análise estatística teórica pela força da computação, cada vez mais acessível e menos dispendiosa. Trata-se de uma técnica de reamostragem que permite aproximar a distribuição de uma função das observações pela distribuição empírica dos dados baseada numa amostra finita. A amostragem é efectuada com reposição a partir dos dados históricos recolhidos. A reamostragem é efectuada de forma aleatória, tratando a amostra original como se esta representasse exactamente toda a população.

Considere-se a seguinte amostra de dados:

$$x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

- i. A partir de x geraram-se k amostras com reposição
- ii. A partir das k amostras geradas com reposição calculou-se o número de casos favoráveis e a partir daí obteve-se a probabilidade associada a cada cenário possível.

2.3. PRESSUPOSTOS ASSUMIDOS PARA AS SIMULAÇÕES

Foram assumidos alguns pressupostos comuns a todas as simulações para avaliação dos produtos em análise neste estudo. Nomeadamente a realização de 25.000 simulações para os métodos de Monte Carlo (modelos paramétricos) e 1000 simulações na aplicação do método de *bootstrapp*.

⁷ Bradley Efron, "Bootstrapp Methods: Another Look at the Jackknife", *Ann. Statist. Volume 7, Number 1 (1979)*, pp. 1-26.

Como *proxy* para a taxa de juro sem risco foi usada a taxa de juro Euribor a 6 meses e o *dividend yield* utilizado foi obtido a partir da média dos últimos 5 anos. A volatilidade esperada foi obtida a partir da volatilidade histórica dos 180 dias prévios à emissão do produto. A estrutura de correlações entre os títulos foi obtida a partir dos dados históricos e a sua modelização foi realizada com o recurso à decomposição de Cholesky.

3. ANÁLISE DOS PRODUTOS FINANCEIROS COMPLEXOS

3.1.PFC A

a) Descrição do produto

O produto financeiro complexo PFC A tem garantia de capital investido no vencimento e o seu rendimento irá depender da performance de um conjunto de 5 acções de empresas industriais do sector energético.

O produto pressupõe o pagamento semestral de um cupão de 6% (TANB) durante o período de três anos. Todavia, esse pagamento irá depender da evolução da cotação bolsista da Acção 1, Acção 2, Acção 3, Acção 4 e Acção 5.

Considere-se S_t^i o preço *spot* da acção i na data t (em que S_0^i é o preço da acção no momento de emissão do produto), X^i uma barreira inferior para a acção i a partir da qual não haverá pagamento de cupão e B^i a barreira superior para a acção i associada ao reembolso antecipado do produto.

Data de Observação (t)

26-04-2010

27-10-2010

26-04-2011

27-10-2011

26-04-2012

29-10-2012

A barreira inferior para a acção i (X^i) corresponde a 85% do preço de referência da acção i na data de emissão, enquanto B^i iguala 100% desse preço de referência.

$$\begin{cases} X^i = 0,85 \times S_0^i \\ B^i = S_0^i \end{cases} \quad e \quad i = 1, \dots, 5$$

Assim, em t , se:

- a) $S_t^i \geq 0,85 \times S_0^i, \forall i = 1, \dots, 5$, haverá lugar ao pagamento de cupão. Isto significa que não haverá pagamento de cupão se a cotação de uma qualquer das acções acima mencionadas for inferior a 85% da cotação de referência inicial;
- b) $S_t^i \geq S_0^i, \forall i = 1, \dots, 5$ então existirá reembolso antecipado do capital investido e pagamento do respectivo cupão.

b) Avaliação do produto

A avaliação deste produto foi efectuada com recurso à simulação de Monte Carlo a partir do processo estocástico Movimento Browniano Geométrico e ao *bootstrapp*. A probabilidade de pagamento de cupão é de 25,4% e de 27,6% no final do primeiro semestre, para o modelo paramétrico e para a simulação histórica, respectivamente.

A probabilidade de pagamento de cupão decresce significativamente ao longo dos semestres, suportado em parte pela possibilidade de existência de um *knock-out* (caso a cotação de todas as acções seja igual ou superior de 100% do valor de referência).

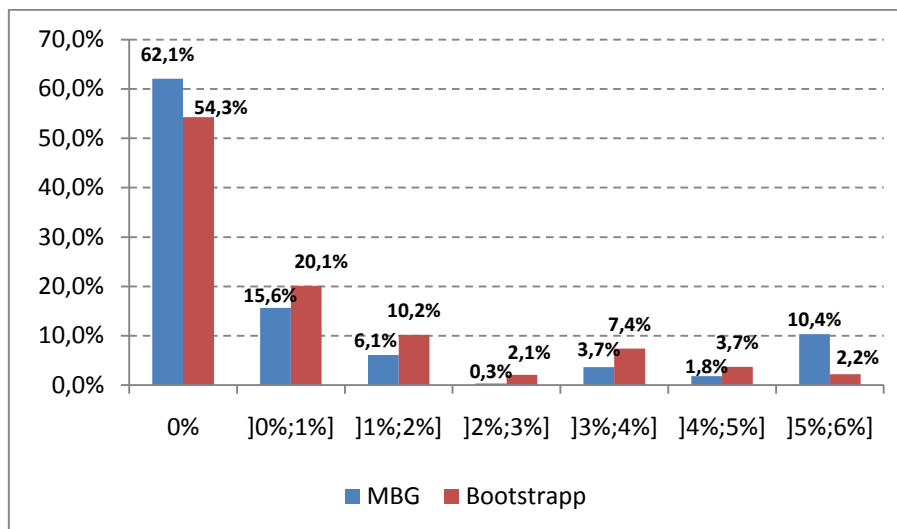
Tabela 1 – Probabilidade de pagamento de cupão pelas duas metodologias utilizadas.

	<i>MBG</i>			<i>Bootstrapp</i>		
	0%	3%	Knock out	0%	3%	Knock out
26-04-2010	74,6%	25,4%	0,0%	72,4%	27,6%	0,0%
27-10-2010	80,5%	12,2%	7,3%	78,0%	18,0%	4,0%
26-04-2011	81,9%	7,4%	10,8%	79,5%	13,5%	7,0%
27-10-2011	82,5%	4,6%	12,9%	82,5%	7,8%	9,7%
26-04-2012	82,4%	3,3%	14,3%	82,7%	6,0%	11,3%
27-10-2012	82,4%	2,4%	15,2%	83,4%	3,8%	12,8%

A TAEN esperada obtida a partir do primeiro método é de 1,10%. Na maioria das simulações não resultou qualquer pagamento para o investidor (62,1% dos casos), podendo inferir-se que a probabilidade esperada de obtenção de retorno nulo em toda a vida útil do produto é de 62,1%. Em 21,7% das simulações, a TAEN está compreendida entre 0% e 2%. Somente em 0,1% das simulações se observa o pagamento do cupão de 6% em todos os períodos do contrato até à maturidade.

Os resultados da simulação histórica (*bootstrapp*) apontam para uma TAEN esperada de 0,96% e uma probabilidade de 54,3% para o não pagamento de qualquer cupão ao longo da vida útil do contrato. Trata-se de um valor inferior ao encontrado a partir da simulação paramétrica. Em 30,3% das observações é paga uma TAEN compreendida entre 0% e 2%. A probabilidade de ser pago um cupão em todas as datas de referência até à maturidade é de 2,2%.

Gráfico 1 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas duas metodologias utilizadas.



A probabilidade de reembolso antecipado do capital (*knock-out*) encontra-se na tabela seguinte. A probabilidade deste reembolso no primeiro semestre é superior caso se utilize a simulação paramétrica (7,3%). Já a probabilidade de reembolso antecipado no 5º semestre é superior se for utilizado o método não paramétrico (1,5%).

	MBG	Bootstrapp
1º Sem.	7,3%	4,0%
2º Sem.	3,5%	3,0%
3º Sem.	2,2%	2,7%
4º Sem.	1,3%	1,6%
5º Sem.	0,9%	1,5%
6º Sem.	84,8%	87,2%

Uma última nota para o facto de se ter excluído o modelo *Variance-Gamma Model* para a avaliação deste produto. Com efeito, alguns dos activos subjacentes apresentam valores de *kurtosis* substancialmente elevados (*kurtosis* acima de 10 – ver anexo), o que poderá resultar na inadequação deste modelo para caracterizar a evolução das cotações dos activos subjacentes.

3.2.PFC B

a) Descrição do produto

Este PFC B é um título de dívida com garantia de capital no vencimento e cujo rendimento irá depender da performance de um conjunto de 5 acções de empresas do sector mineiro.

O produto pressupõe o pagamento de um cupão anual bruto máximo de 5% e mínimo de 1% durante um período de 5 anos. Este pagamento irá depender da evolução da cotação bolsista das seguintes empresas: Acção 6; Acção 7; Acção 8; Acção 9 e Acção 10.

Considere-se S_t^i o preço *spot* da acção i na data t , S_0^i é o preço da acção no momento de emissão do produto e β_t^i a barreira à data t .

<i>Ano</i>	<i>Barreira (β)</i>	<i>Data de Obs</i>	<i>Data Pagamento Juros</i>
1	100%	6 de Outubro 2010	21 de Outubro 2010
2	95%	6 de Outubro 2011	21 de Outubro 2011
3	90%	6 de Outubro 2012	21 de Outubro 2012
4	85%	6 de Outubro 2013	21 de Outubro 2013
5	80%	6 de Outubro 2014	21 de Outubro 2014

Em t haverá lugar ao pagamento de cupão de:

- 5%, se o preço de todas as acções do cabaz for igual ou superior ao seu preço inicial multiplicado pela barreira, ou seja, se $S_t^i \geq \beta_t \times S_0^i, \forall i = 1, \dots, 5$,
- 1%, se o preço de pelo menos uma acção do cabaz for inferior ao seu preço inicial multiplicado pela barreira, ou seja, se $\exists i | S_t^i < \beta_t \times S_0^i, i = 1 \dots 5$.

b) Avaliação do produto

Para o cálculo da TAEN deste produto foram utilizadas as simulações de Monte Carlo a partir do processo estocástico Movimento Browniano Geométrico (MBG) e o *bootstrapp*.

Pelo método de MBG não existem diferenças significativas na probabilidade de pagamento do cupão de 5% (variando de um valor máximo de 11% no último ano e mínimo de 8,7% no terceiro ano). No entanto, pelo método de *bootstapp* é visível um aumento significativo da probabilidade desse pagamento ao longo dos 5 anos, culminando com uma probabilidade de 29,1% no quinto ano. Isso significa que a probabilidade de pagamento do cupão de 1% ronda os 89% a 91,3% ou os 70,9% a 86,3%, respectivamente no MBG e no *bootstrapp*.

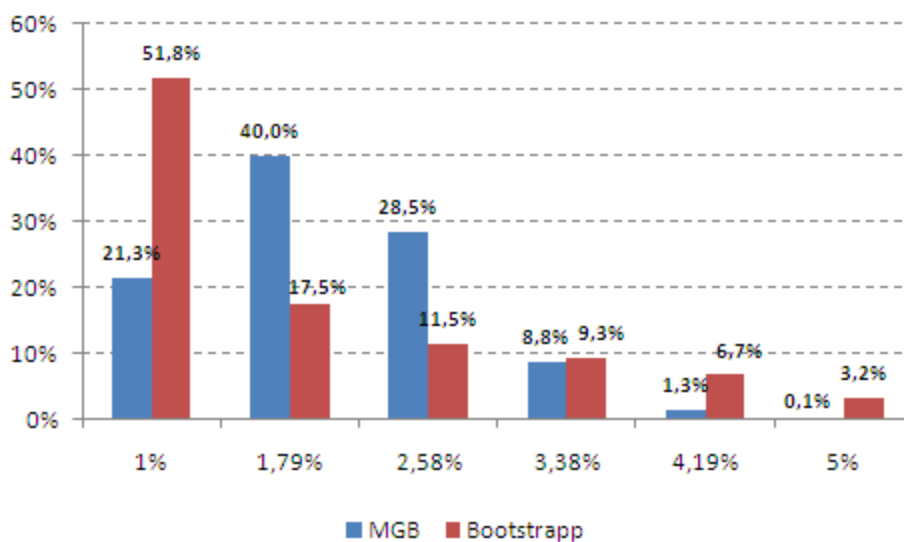
Tabela 2 – – Probabilidade de pagamento de cupão pelas duas metodologias utilizadas.

Cupão	<i>MBG</i>		<i>Bootstrapp</i>	
	1%	5%	1%	5%
1º ano	90,1%	9,9%	86,3%	13,7%
2º ano	90,6%	9,4%	81,5%	18,5%
3º ano	91,3%	8,7%	76,2%	23,8%
4º ano	90,3%	9,7%	73,9%	26,1%
5º ano	89,0%	11,0%	70,9%	29,1%

O gráfico 2 apresenta a tabela de frequências para a TAEN deste produto. Pelo método de Monte Carlo a partir do processo estocástico Movimento Browniano Geométrico constata-se que em 61,3%% dos casos o produto financeiro complexo tem uma TAEN inferior a 2% e em apenas 0,1% dos casos uma TAEN de 5%. Na maturidade, a taxa anual nominal bruta esperada é de 1,39% para o conjunto dos 5 anos.

Para esta simulação pelo método de *bootstrapp* obteve-se uma TAEN de 1,89% para o conjunto dos 5 anos. Em cerca de 51,8% das simulações é pago um cupão de 1% e em apenas 3,2% é pago o cupão máximo de 5% / ano sendo, no entanto, esta percentagem superior à obtida pelo método MBG.

Gráfico 2 – Simulações das TAEN encontradas pelas duas metodologias utilizadas.



3.3.PFC C

a) Descrição do produto

Trata-se de um produto de capital garantido. Neste produto financeiro complexo apenas a remuneração está dependente da evolução da cotação dos activos subjacentes (três índices - Índice 1, Índice 2 e Índice 3). A maturidade do produto é de 5 anos, podendo ou não pagar no final de cada ano completo um cupão de 6,6%, dependendo do comportamento das cotações dos activos subjacentes. As datas de observação do comportamento dos índices subjacentes para o apuramento do cupão a pagar pelo emitente do produto e as datas de pagamento dos cupões são as seguintes:

<i>Data de Observação</i>	<i>Data de Pagamento</i>
<i>(t)</i>	<i>(t1)</i>
23-11-2010	30-11-2010
23-11-2011	30-11-2011
23-11-2012	30-11-2012
25-11-2013	02-12-2013
24-11-2014	01-12-2014

O pagamento do cupão de 6,6% irá depender da evolução da cotação de um cabaz de índices de *commodities* e da evolução do Índice de Preços no Consumidor (IPC) divulgado pelo Eurostat para a Zona Euro (*Eurostat Consumer Price Index (excluding Tobacco) for the Eurozone*).

O cabaz de Índices de *commodities* é composto por três índices. Cada um destes índices contribui com o mesmo peso para o desempenho do cabaz. Considere-se I_t o valor do cabaz de índices de *commodities* na data t e IPC_t o valor do Índice de Preços do Consumidor divulgado pelo Eurostat para a Zona Euro. Poder-se-ão colocar 2 cenários em cada uma das datas de observação (t):

Cenário 1

$$\frac{I_t}{I_0} - 1 \geq \frac{IPC_t}{IPC_0} - 1 \quad \rightarrow \text{Pagamento de um cupão de 6,6\%}$$

Cenário 2

$$\frac{I_t}{I_0} - 1 < \frac{IPC_t}{IPC_0} - 1 \quad \rightarrow \text{Não existe pagamento de cupão}$$

Assim, em cada data de observação será averiguado se a valorização média do cabaz de índices é superior à variação do Índice de Preços do Consumidor divulgado pelo Eurostat para a Zona Euro. Em caso afirmativo, será pago o cupão de 6,6%. Caso contrário, não será pago qualquer cupão.

b) Avaliação do produto

A rentabilidade do PFC C depende do comportamento de três índices associados à evolução da cotação de *commodities* e da evolução de um índice de preços no consumidor divulgado pelo Eurostat. A análise foi dividida em duas fases: numa primeira fase simulou-se a trajectória dos índices de *commodities* e na segunda simulou-se a trajectória da taxa de inflação associada ao índice de preços no consumidor.

Para a simulação da evolução da cotação dos índices de *commodities* recorreu-se a dois modelos distintos: simulação de Monte Carlo a partir do processo estocástico Movimento Browniano Geométrico e *bootstrapp*. Para a evolução do índice de preços no consumidor foram utilizadas duas simulações distintas: uma simulação paramétrica (modelo Vasicek) e uma simulação histórica (*bootstrapp*).

A probabilidade de pagamento de cupão é de 44,8% no final do primeiro ano, caso se considere o modelo paramétrico. A probabilidade de pagamento de cupão decresce, embora muito ligeiramente, nos anos seguintes. No final do 5º ano, a probabilidade de pagamento de cupão é de 39,5%. Considerando a simulação histórica, verifica-se um ligeiro aumento da probabilidade de pagamento de cupão no final do segundo ano (probabilidade de 43,0%) e uma ligeira queda no final dos períodos seguintes (no final do 5º ano a probabilidade de pagamento do cupão é de 38,9%). Isto significa que a probabilidade de não pagamento de qualquer cupão é sempre superior a 55%, independentemente da metodologia considerada.

Tabela 3 - Probabilidade de pagamento de cupão pelas duas metodologias utilizadas.

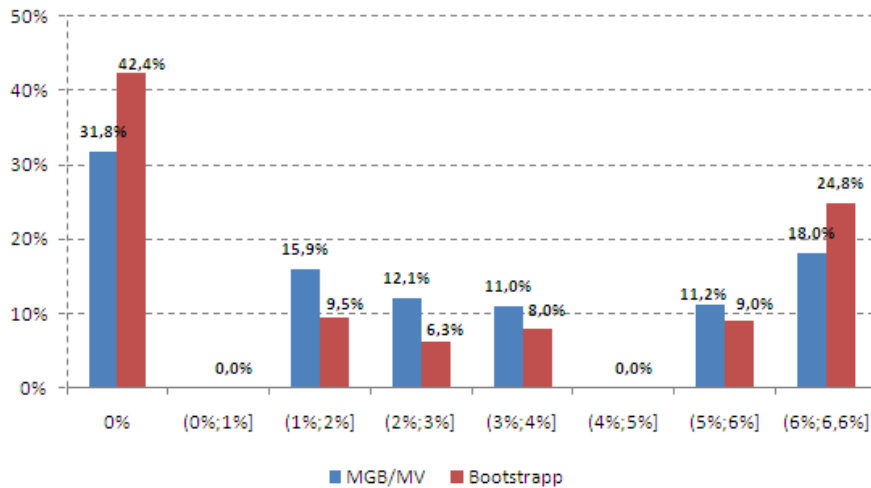
Cupão	<i>MGB/MV</i>		<i>Bootstrapp</i>	
	0%	6,6%	0%	6,6%
Ano 1	55,2%	44,8%	57,4%	42,6%
Ano 2	57,4%	42,6%	57,0%	43,0%
Ano 3	58,9%	41,1%	58,2%	41,8%
Ano 4	60,0%	40,0%	60,2%	39,8%
Ano 5	60,5%	39,5%	61,1%	38,9%

Os resultados das simulações paramétricas apontam para uma TAEN (remuneração média anual esperada) de 2,72%. O produto tem capital garantido e existe uma probabilidade de 31,8% da sua remuneração ser nula. Em contraponto, a probabilidade de pagamento de cupão nas cinco datas de observação anual atinge os 18,0%.

Caso se considerem as simulações não paramétricas, a remuneração média anual esperada (TAEN) para o produto é de 2,71%. Trata-se de um valor bastante próximo do valor obtido a partir da simulação paramétrica. Porém, a distribuição dos pagamentos nas duas simulações apresenta algumas divergências. Com efeito, a probabilidade de não

pagamento de qualquer cupão aumenta de 31,8% para 42,4%. Por sua vez, a probabilidade de pagamento de cupão nos cinco anos cresce de 18,0% para 24,8%. Em suma, cresce a probabilidade de pagamento de cupão em todas os anos bem como a probabilidade de não pagamento de qualquer cupão durante a vida útil do contrato.

Gráfico 3 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas duas metodologias utilizadas.



Uma última nota para o facto de não ter sido utilizada a simulação paramétrica a partir do *Variance-Gamma Model*. A utilização do processo estocástico subjacente a este modelo, implica que as séries de rendibilidades dos activos subjacentes deverão ter uma *kurtosis* superior a 3 (isto é, superior à *kurtosis* da distribuição normal). Porém, uma análise às funções de distribuição empíricas das séries de rendibilidades dos três índices de *commodities* revela que apenas uma das séries tem *kurtosis* acima de 3 (*kurtosis* de 3,217), pelo que a utilização deste modelo se afigura desadequada.

3.4.PFC D

a) Descrição do produto

O PFC D são obrigações com maturidade até 3 anos, sujeitas a reembolso antecipado nas condições previstas, e cuja rentabilidade está associada à evolução de três índices accionistas: Índice 4, Índice 5 e Índice 6. O produto tem as seguintes características:

No final do primeiro ano existem dois cenários possíveis:

- Se o valor oficial de fecho na data de observação 1 para todos os índices for igual ou superior a 100% do seu valor inicial (observado à data de emissão), haverá lugar ao reembolso antecipado automático das obrigações a 100% do capital investido acrescido de um cupão anual bruto de 5%;
- Caso contrário, não haverá lugar a pagamento de cupão e as obrigações continuarão para o ano seguinte.

No final do segundo ano, caso não ocorra reembolso antecipado, existem dois cenários possíveis:

- Se o valor oficial de fecho na data de observação 2 para todos os índices for igual ou superior a 105% do seu valor inicial (observado na data de emissão) haverá lugar ao reembolso antecipado automático das obrigações a 100% do capital investido acrescido de um cupão anual bruto de 10%;
- Caso contrário, não haverá lugar a pagamento de cupão e as obrigações continuarão para a data de maturidade.

No final do terceiro ano (data de maturidade), caso não ocorra reembolso antecipado, existem dois cenários possíveis:

- Se o valor oficial de fecho na data de observação 3 para todos os índices for igual ou superior a 110% do seu valor inicial (observado na data de emissão) haverá lugar ao reembolso das obrigações a 100% do capital investido acrescido de um cupão anual bruto de 15%;
- Caso contrário, não haverá lugar a pagamento de cupão e será reembolsado 100% do capital investido.

<i>i</i>	<i>Data de Observação i</i>	<i>Data de reembolso antecipado e data de maturidade</i>
1	23 de Outubro 2010	30 de Outubro 2010
2	23 de Outubro 2011	30 de Outubro 2011
3	23 de Outubro 2012	30 de Outubro 2012

b) Avaliação do produto

À semelhança do efectuado anteriormente, houve necessidade de simular a evolução de três índices accionistas. Os modelos utilizados foram a simulação de Monte Carlo a partir do processo estocástico Movimento Browniano Geométrico (MGB), a simulação de Monte Carlo a partir do processo estocástico *Variance-Gamma (MVG)* e o *bootstrapp*.

A probabilidade de não pagamento de qualquer cupão oscila entre os 49,9% (MGB) e os 89,0% (*bootstrapp*). Por outro lado a probabilidade de pagamento de cupão é de cerca de 33,5% e 32,6% no final do primeiro ano, caso se considerem os modelos MGB e MVG, e de apenas 8% para o método de *bootstrapp*. A probabilidade de pagamento de cupão decresce significativamente nos segundo e terceiro anos.

Tabela 4 - Probabilidade de pagamento de cupão pelas três metodologias utilizadas.

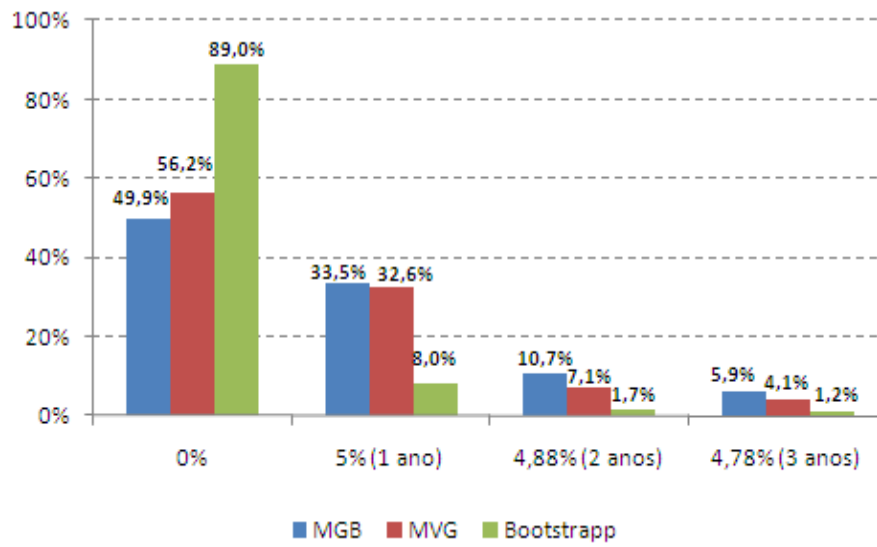
	<i>MGB</i>	<i>MVG</i>	<i>Bootstrapp</i>
0%	49,9%	56,2%	89,0%
Cupão de 5% -->1 ano	33,5%	32,6%	8,0%
Cupão de 10% -->2 ano	10,7%	7,1%	1,7%
Cupão de 15% -->3 ano	5,9%	4,1%	1,2%

De acordo com o método de Monte Carlo a partir do processo estocástico Movimento Browniano Geométrico conclui-se que a probabilidade de pagamento de cupão de 5% no primeiro ano é de 33,5%, pelo que estas obrigações são reembolsadas antecipadamente, não prosseguindo para o data de observação seguinte. No segundo ano, apenas 10,7% das simulações permitem o pagamento do cupão anual bruto de 10% (TAEN de 4,88%). Apenas 5,9% das simulações pagaram o cupão anual bruto máximo possível de 15% (TAEN 4,78%). Cerca de metade das simulações devolvem apenas o capital investido (0% juro). A TAEN média obtida através deste método foi de 2,48%.

A análise das frequências associada à utilização do MVG mostra que em 56,2% dos casos a remuneração (TAEN) do investidor é de 0%. Tem-se ainda que 32,6% dos investidores sofrem um *knock out* no primeiro ano com uma TAEN de 5% e apenas 4,1% chegam à maturidade do produto com uma TAEN de 4,78%. Não se apresentam diferenças significativas entre os resultados obtidos por este método e pelo método de Monte Carlo a partir do processo estocástico Movimento Browniano Geométrico.

Os resultados encontrados a partir do *bootstrapp* apontam para uma TAEN esperada de 0,54%, isto é, substancialmente inferior à TAEN esperada obtida a partir das simulações de Monte Carlo. A probabilidade associada ao não pagamento de remuneração é de 89,0% e a probabilidade de pagamento de cupão de 5% no primeiro ano é de apenas 8,0%.

Gráfico 4 – Simulações das TAEN encontradas pelas três metodologias utilizadas.



3.5.PFC E

a) Descrição do produto

- Trata-se de um produto em que nem a remuneração nem o capital estão garantidos. No limite, o subscritor poderá perder a totalidade do capital. A sua maturidade é de 5 anos, mas poderá ser objecto de reembolso antecipado.
- A remuneração deste produto financeiro complexo irá depender de três activos (acções) diferentes: Acção 11, Acção 12 e Acção 13. As datas de eventuais reembolsos antecipados e maturidade final são as seguintes:

<i>Data de Observação</i>
<i>(t)</i>
21-10-2010
21-10-2011
21-10-2012
21-10-2013
21-10-2014

- O reembolso antecipado é efectuado em circunstâncias particulares. Com efeito, se a valorização individual de todos os activos subjacentes for superior ou igual a 0, haverá reembolso antecipado do capital investido, acrescido de um cupão de 42,5%. Em termos matemáticos, a estrutura de pagamentos nas datas de observação de um possível reembolso antecipado será dada pela seguinte expressão:

$$\left\{ \begin{array}{l} MR_t = 142,5\% \times VN \quad \text{se } \min_{i=1}^3 \left[\frac{Cot \text{ Activo Subjacente}_t^i}{Cot \text{ Activo Subjacente}_0^i} - 1 \right] \geq 0\%, t = 1,2 \dots 4 \\ \\ MR_t = 0 \quad \text{se } \min_{i=1}^3 \left[\frac{Cot \text{ Activo Subjacente}_t^i}{Cot \text{ Activo Subjacente}_0^i} - 1 \right] < 0\%, t = 1,2 \dots 4 \end{array} \right.$$

em que MR_t corresponde ao montante a reembolsar em t e VN corresponde ao valor nominal subscrito.

- No caso de não haver lugar ao pagamento de reembolso antecipado entre 2010 e 2013, a maturidade do produto será em 21-10-2014. O *payoff* a receber pelo subscritor do produto irá depender da valorização individual do capital investido:

$$1) \min_{i=1}^3 \left[\frac{\text{Cot Activo Subjacente}_5^i}{\text{Cot Activo Subjacente}_0^i} - 1 \right] \geq -25\% \leftrightarrow MR = 142,5\% \times MN$$

$$2) \min_{i=1}^3 \left[\frac{\text{Cot Activo Subjacente}_5^i}{\text{Cot Activo Subjacente}_0^i} - 1 \right] < -25\%$$

$$\leftrightarrow MR = \left(42,5\% + \min_{i=1}^3 \left[\frac{\text{Cot Activo Subjacente}_5^i}{\text{Cot Activo Subjacente}_0^i} \right] \times \Delta FX \right) \times MN$$

em que, MR_t corresponde ao montante a reembolsar em t, VN corresponde ao valor nominal subscrito e ΔFX diz respeito à variação da cotação da moeda em que se encontra cotado o activo subjacente e o Euro, entre 21-10-2009 e 21-10-2014.

Isto significa que se nenhum dos activos subjacentes descer mais de 25% entre a emissão do produto e a maturidade, será pago o valor nominal do produto acrescido do cupão de 42,5%. No caso de um (ou mais) activo subjacente descer mais que 25% face ao valor inicial, na maturidade o investidor irá receber o valor nominal do produto deduzido da maior desvalorização dos três activos subjacentes (tendo ainda em consideração a desvalorização cambial da moeda em que se encontra cotado o activo subjacente), recebendo também o cupão de 42,5%.

b) Avaliação do produto

A valorização deste produto foi realizada em duas fases. Na primeira, simulou-se a evolução dos três títulos: Acção 11, Acção 12 e Acção 13. Na segunda foi implementada uma simulação para a evolução da taxa de câmbio Euro/USD.

Para a simulação da evolução da cotação dos três títulos recorreu-se a três modelos distintos: simulação de Monte Carlo a partir do processo estocástico Movimento Browniano Geométrico (MBG); simulação de Monte Carlo a partir do processo estocástico *Variance-Gamma* (MVG) e *bootstrapp*. Utilizaram-se as mesmas técnicas para a simulação da taxa de câmbio Euro/USD.

Neste produto e nos produtos analisados doravante não será apresentada a probabilidade associada a pagamentos intermédios de cupões ou outros rendimentos, uma vez que, quer

para este, quer para os restantes produtos ainda não analisados, a função de distribuição dos pagamentos é contínua (e não binária como se verificou até aqui).

A TAEN esperada é de 1,03%, 5,90% e -1,05%, conforme se utilize a simulação de Monte Carlo obtida a partir do MBG, simulação de Monte Carlo obtida a partir do processo estocástico *Variance-Gamma* e o *bootstrapp*, respectivamente.

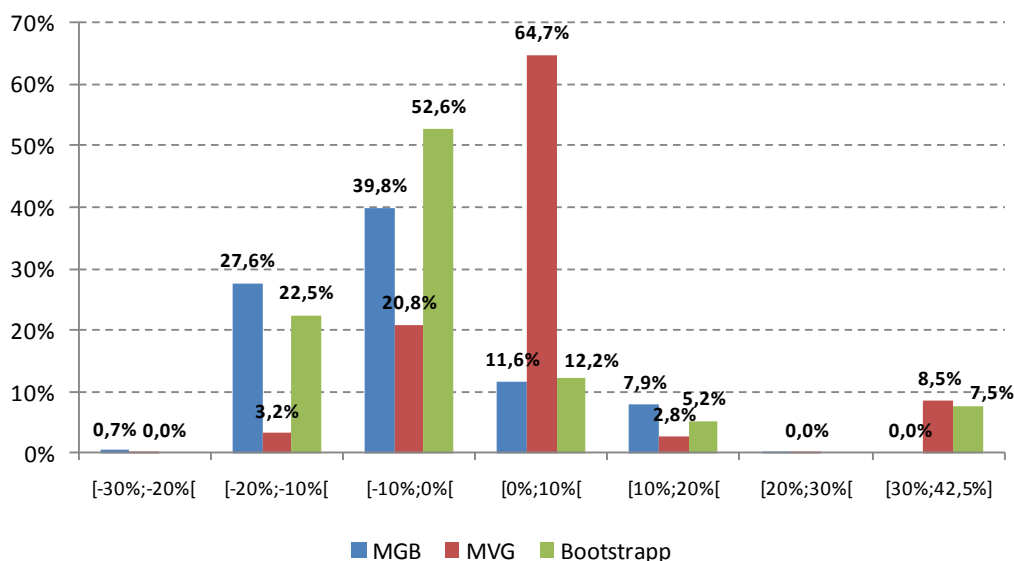
O Gráfico 5 apresenta as frequências da TAEN nos intervalos encontradas pelas três metodologias utilizadas. Conclui-se que para a simulação obtida através do método MBG em 39,8% dos casos o produto financeiro complexo acarreta uma perda entre -10% e 0% do capital investido. Em 27,6% dos casos a perda poderá estar compreendida entre os -20% e -10%. A probabilidade de um retorno positivo para o investidor é de 31,9%, por contrapartida à probabilidade de perda do capital investido, que atinge os 68,1%.

A tabela de frequências associada à utilização do MVG apresenta uma maior concentração da remuneração (TAEN) do investidor no intervalo compreendido entre os 0% e 10% (64,7% das observações situam-se neste intervalo). O segundo intervalo com maior probabilidade de ocorrência (20,8% dos casos) é o intervalo [-10%, 0%]. A estes resultados não são alheias a forte assimetria negativa e a elevada *kurtosis* evidenciada pela função de distribuição das rendibilidades dos títulos em questão.

Este processo estocástico acomoda a elevada *kurtosis* exibida pelas séries de rendibilidades. Como o ponto crítico para o pagamento do cupão se situa próximo da média das distribuições, uma maior massa crítica de probabilidade próxima da cotação de referência reflecte-se num forte aumento da probabilidade de pagamento do cupão. Assim, a conjugação da assimetria negativa com a *kurtosis* evidenciada pelas séries de rendibilidades contribui para uma maior concentração de observações no intervalo [-10%, 10%]. Os resultados globais para esta metodologia significam que a probabilidade de perda de parte do capital investido é de 68,1%, 25,0% e 75,1%, respectivamente para os métodos MGB, MVG e *bootstrapp*.

O terceiro método utilizado foi a simulação histórica com recurso a *bootstrapp*. Para o produto em análise, a não modelização da estrutura de correlações poderá ter algumas consequências no seu valor. Com efeito, como o cupão de 42,5% apenas é pago antecipadamente se a cotação dos três títulos estiver acima do “par”, correlações positivas elevadas deverão resultar numa maior probabilidade de ganhos. Se essa correlação for descurada, poderemos estar a subavaliar o valor do produto financeiro complexo. Não obstante, foi realizada a simulação histórica para os títulos em questão, assim como para a taxa de câmbio. A probabilidade de obtenção de uma remuneração positiva reduz-se significativamente por comparação com os resultados das simulações paramétricas. O cenário mais provável traduz-se na obtenção de uma remuneração (TAEN) entre -10% e 0% (probabilidade de 52,6%).

Gráfico 5 – Simulação das TAEN nos intervalos encontradas pelas três metodologias utilizadas.



Outra questão importante neste produto é a possibilidade de reembolso antecipado (ver tabela seguinte). A probabilidade de reembolso (que pode não ser integral) apenas na maturidade é de 78,5%, 90,3% e 86,4% para o Movimento Browniano Geométrico (MBG), *Variance-Gamma Model* (MVG) e *bootstrapp*, respectivamente. Das simulações efectuadas a partir do processo estocástico MBG, em 21,5% dos casos o reembolso seria efectuado no 4^o ano. Nos restantes anos a probabilidade de pagamento antecipado seria nula. Já o MVG e o *bootstrapp* apontam para probabilidades mais elevadas de reembolso antecipado no primeiro ano (8,5% e 7,5%, respectivamente).

Reembolso (Ano)	MBG	MVG	Bootstrapp
1	0,0%	8,5%	7,5%
2	0,0%	1,0%	3,3%
3	0,0%	0,0%	1,9%
4	21,5%	0,2%	0,9%
5	78,5%	90,3%	86,4%

3.6.PFC F

a) Descrição do produto

Este produto financeiro complexo garante o capital na maturidade. O período de vida do produto é de 5 anos, não havendo lugar ao pagamento intermédio de qualquer cupão até à maturidade.

O activo subjacente é o Índice 7. A remuneração do produto na maturidade irá corresponder à diferença percentual entre a cotação média trimestral do activo subjacente até à maturidade e o seu valor de referência inicial, no caso de esta ser positiva, e 0 no caso de ser negativa:

$$\text{Max} \left\{ \frac{1}{I_0} \text{Média}_{t=1}^T \{I_t\} - 1; 0 \right\}$$

onde I_t corresponde ao valor do activo subjacente no trimestre t e I_0 corresponde ao valor de referência inicial do activo subjacente.

b) Avaliação do produto

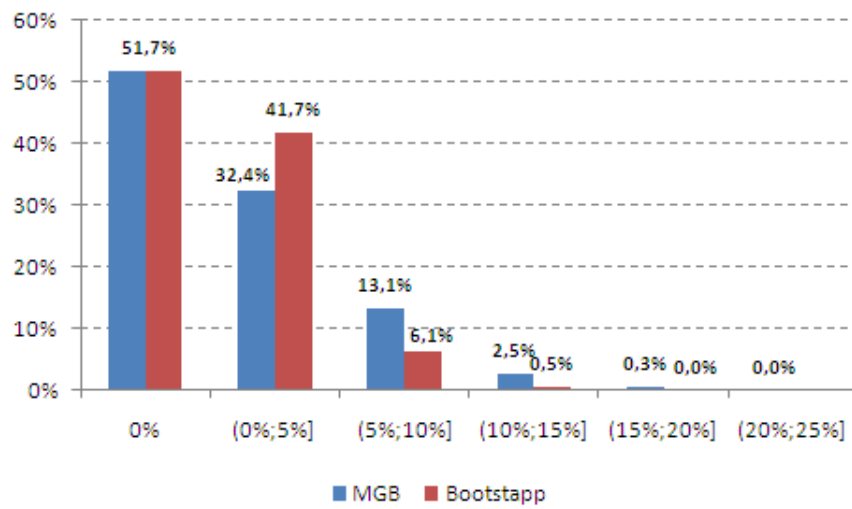
A análise deste produto financeiro complexo foi efectuada recorrendo a dois métodos: a simulação de Monte Carlo obtida a partir do processo estocástico Movimento Browniano Geométrico e o *bootstrapp*.

Os resultados obtidos para a simulação de Monte Carlo paramétrica são apresentados no Gráfico 6. A probabilidade de não ser paga qualquer remuneração é de 51,7% e a probabilidade de essa remuneração (TAEN) ser positiva e inferior a 10% é de 45,5%. A TAEN esperada para este produto financeiro complexo é de 2%.

Uma alternativa à utilização do processo estocástico MBG passa pela utilização do processo estocástico *Variance-Gamma*. Porém, a *kurtosis* da série de rendibilidades do DBLCI encontrada é de 1,94 (inferior a 3), o que torna desaconselhável a sua utilização.

Os resultados obtidos com o *bootstrapp* apontam para uma TAEN esperada de 1,3%, inferior à obtida a partir da simulação de Monte Carlo. A probabilidade associada ao não pagamento de remuneração é de 51,7% (idêntica à encontrada a partir da simulação de Monte Carlo). Porém, a segunda classe de remuneração (TAEN positiva e inferior a 5%) tem uma probabilidade de ocorrência superior à registada na simulação de Monte Carlo, pelo que a TAEN global obtida é inferior.

Gráfico 6 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas duas metodologias utilizadas.



3.7.PFC G

a) Descrição do produto

O produto financeiro complexo PFC G tem capital garantido e a sua maturidade é de 10 anos, embora possa existir reembolso antecipado. A rentabilidade deste produto está dependente da evolução de uma taxa de juro interbancária. A estrutura de pagamentos contempla o pagamento anual de um cupão.

No primeiro ano é pago um cupão (T_1) de 5%. Entre o 2º e o 9º ano, o valor do cupão dependerá da proporção de dias em que a taxa de juro utilizada está compreendida num determinado intervalo. Assim, o valor do cupão é dado pela seguinte expressão:

$$\text{Max} \left(0,5\%; \text{Cupão anterior} \times \frac{n}{N} \right)$$

onde n corresponde ao número de dias em que o nível do indexante se encontra dentro do intervalo relevante para o período de pagamento de juros e N respeita ao número total de dias do período de pagamento de juros. Os intervalos aplicáveis a cada um dos períodos de pagamento de juros são os seguintes:

2º ano	[2,00%-3,00%]
3º ano	[2,00%-3,30%]
4º ano	[2,00%-3,55%]
5º ano	[2,00%-3,70%]
6º ano	[2,00%-3,95%]
7º ano	[2,00%-4,20%]
8º ano	[2,00%-4,45%]
9º ano	[2,00%-4,70%]

Porém, existe a possibilidade de reembolso antecipado do capital investido. Tal acontece no ano em que a soma dos cupões pagos seja igual a 13,5%. O cupão pago na data de reembolso é dado pela seguinte expressão:

$$T_j = \text{Max} \left\{ 0,5\%; \text{Min} \left(T_{j-1} \times \frac{n_j}{N_j}; 13,5\% - \sum_{j=1}^{j-1} \text{Cupão}_j \right) \right\}$$

em que T_j corresponde ao cupão pago no ano j .

Em qualquer circunstância, a soma dos cupões pagos até ao reembolso será idêntica a 13,5%.

Por fim, no 10º ano é paga a diferença entre 13,5% e a soma dos cupões já pagos:

$$T_{10} = 13,5\% - \sum_{j=1}^9 T_j$$

b) Avaliação do produto

As taxas de juro apresentam um comportamento diferente das acções. Enquanto as acções exibem uma trajectória crescente ao longo do tempo, as taxas de juro distinguem-se pelo facto de convergirem para um valor de equilíbrio de longo prazo. Como tal, o processo estocástico adoptado para a modelização das taxas de juro deverá ser diferente dos utilizados nos produtos até agora analisados. A escolha do processo estocástico a utilizar recaiu no processo estocástico proposto por Cox, Ingersoll e Ross, uma vez que as taxas de juro nominais deverão ser sempre não negativas (o que poderá inviabilizar a utilização do processo estocástico proposto por Vasicek).

A utilização do modelo de Cox, Ingersoll e Ross obriga à estimação de alguns parâmetros, nomeadamente a velocidade de ajustamento para o equilíbrio. Para estimar este parâmetro recorreu-se a uma regressão econométrica. Dado que o parâmetro encontrado não é estatisticamente significativo, assumiu-se uma velocidade de ajustamento nula.

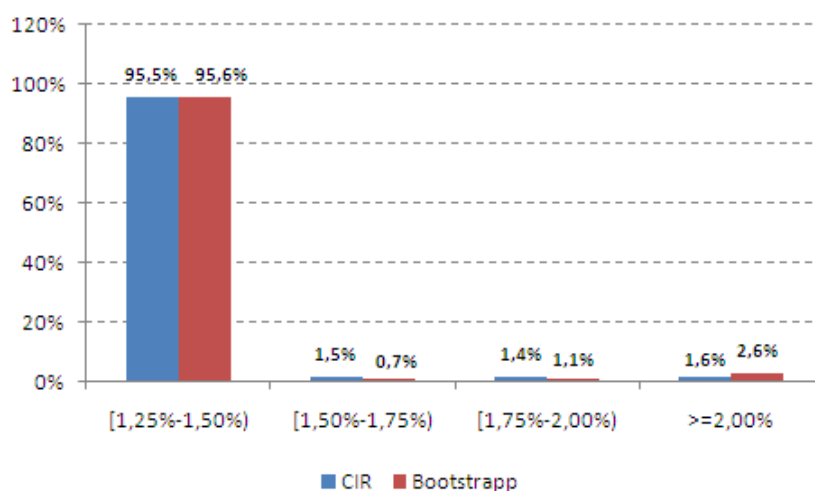
A não significância do coeficiente associado à volatilidade de ajustamento da taxa de juro traduz-se igualmente na não relevância do parâmetro associado à taxa de juro de equilíbrio.

O apuramento dos pagamentos associados a este produto impõe a simulação da evolução da taxa de juro numa frequência diária, tendo sido efectuadas 1000 simulações⁸ pelo método de Monte Carlo. A TAEN esperada associada a este produto é de 1,37%. Em 95,5% das simulações o produto tem a maturidade de 10 anos e paga uma remuneração anual (TAEN) entre 1,25% e 1,50%. Somente 4,5% das simulações apresentaram rendibilidades anuais superiores a 1,5%.

No caso do *bootstrapp*, a TAEN média obtida é de 1,38%, bastante próxima da encontrada a partir da simulação de Monte Carlo. A probabilidade de a TAEN se encontrar compreendida entre 1,25% e 1,50% é de 95,6%. A função de distribuição dos pagamentos está também bastante próxima da distribuição encontrada a partir da simulação de Monte Carlo, o que atesta a robustez dos resultados encontrados.

⁸Neste caso foram efectuadas apenas 1.000 simulações pelo facto destas necessitarem de ser diárias e o esforço computacional necessário não permitir manter as 25.000 simulações como nos anteriores produtos.

Gráfico 7 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas duas metodologias utilizadas.



A probabilidade de reembolso no décimo ano encontra-se acima de 95% nos dois métodos utilizados. A probabilidade de reembolso antecipado é superior no ano 5 quando se considera o *bootstrapp* (1,3% - ver tabela seguinte).

<i>Reembolso (t)</i>	<i>CIR</i>	<i>bootstrapp</i>
5	0,3%	1,3%
6	1,3%	1,3%
7	1,4%	1,1%
8	0,8%	0,4%
9	0,9%	0,8%
10	95,3%	95,1%

Nota: Até ao ano 5, a probabilidade de reembolso antecipado é nula.

3.8.PFC H

a) Descrição do produto

O PFC H tem maturidade em Novembro de 2010 e a sua rentabilidade está associada à eventual evolução positiva de um capaz accionista composto por 4 títulos do sector das telecomunicações (Acção 14, Acção 15, Acção 16 e Acção 17, com um peso equitativo de 25% para cada título).

O produto tem uma participação de 100% da valorização do cabaz até ao limite máximo de 20%, e uma barreira de “knock-out” caso a valorização intradiária do cabaz atinja ou exceda os 35%. No caso da barreira de “knock-out” ser atingida, o investidor deixa de beneficiar da valorização do cabaz e obtém uma remuneração de 2,5% (TAEN) na maturidade, deixando de estar exposto ao risco de perda de capital de 5%. O risco está limitado a 5% da perda de capital, no vencimento.

O valor do reembolso (VR) é resultado da aplicação das seguintes fórmulas:

- Se $Var. Cabaz_{max} < 35\%$
VR=Valor Nominal x [Max (95%, min (120%, $1 + Var. Cabaz_t$))]
- Se $Var. Cabaz_{max} \geq 35\%$
VR=Valor Nominal x (1+2,5%)

onde,

$$Var. Cabaz_t = \sum_{i=1}^4 [j_{(i)} \times Var. Acção_{(i)}]$$

(média das variações das 4 acções do Cabaz em cada dia “t”, face à cotação inicial)

$$Var. Acção_{(i)} = \frac{Acção_t}{Acção_{inicial}} - 1$$

e $j_{(i)}$

(i)	Acção _(i)	Peso no Cabaz (j)
1	Acção 14	25%
2	Acção 15	25%
3	Acção 16	25%
4	Acção 17	25%

$Acção_t$ = Cotação de fecho da Acção i em cada dia t de avaliação da Aplicação

$Acção_{inicial}$ = Cotação de fecho da Acção i, na data de início da Aplicação

$Var. Cabaz_{max}$ = Variação máxima intradiária do cabaz observada entre a data de início e a data de vencimento.

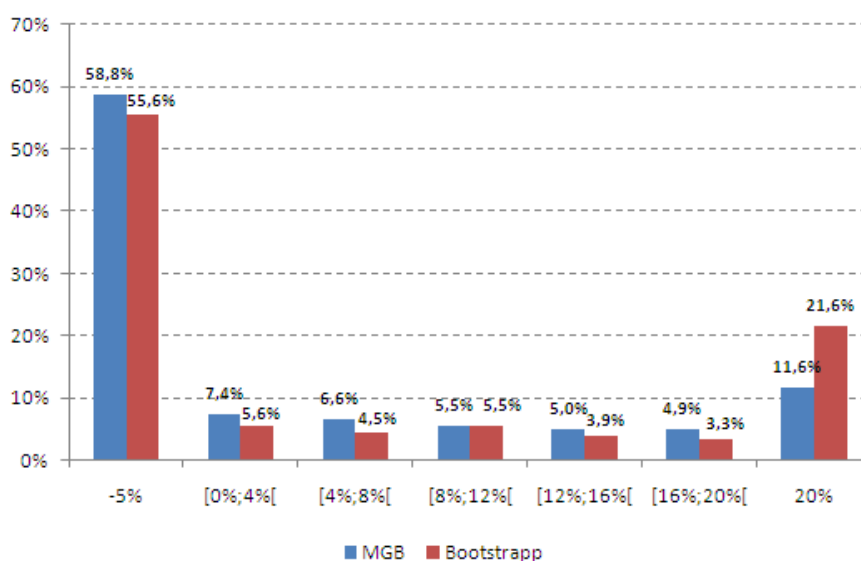
b) Avaliação do produto

Para encontrar a valorização deste produto efectuaram-se as simulações das cotações recorrendo a dois modelos distintos: simulação de Monte Carlo a partir do processo estocástico Movimento Browniano Geométrico⁹ e *bootstrapp*.

Os resultados obtidos são apresentados no Gráfico 8. A probabilidade de perda de 5% do capital na maturidade é de 58,8%, a probabilidade da remuneração (TAEN) ser positiva mas inferior a 20% é de 30%, e a probabilidade de ser pago o prémio máximo de 20% é de 11,6%. A TAEN esperada para este produto financeiro complexo é de 2,05%. Nestas simulações nunca se verificou a possibilidade de *knock-out* prevista no prospecto.

A TAEN média obtida através do método de *bootstrapp* foi de 3,59%. Apenas 21,6% das 1.000 simulações realizadas se traduziram no pagamento de um cupão de 20% (TAEN) e 55,6% das simulações conduziram à perda de 5% do capital investido. Finalmente, 22,8% das simulações originaram o pagamento de cupão entre 0% e 20%.

Gráfico 8 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas duas metodologias utilizadas.



⁹Neste caso foram efectuadas apenas 5.000 simulações pelo facto destas necessitarem de ser diárias e o esforço computacional necessário não permitir manter as 25.000 simulações como nos anteriores produtos.

3.9.PFC I

a) Descrição do produto

O PFC I tem um único pagamento (eventual) de juros, devido na maturidade das obrigações de caixa (i.e. final do 3º ano de vida), dependendo da evolução de três índices accionistas (Índice 8, Índice 9 e Índice 10) e cujo valor corresponde a:

- 15% do capital inicialmente investido (o que equivale a uma taxa de rentabilidade nominal anual de 5%) se o valor de fecho oficial de todos os três índices, observado na Data de Determinação, for igual ou superior ao nível respectivo da Barreira 1;
- 0% do capital inicialmente investido caso o valor de fecho oficial de pelo menos um dos três índices, observado na Data de Determinação, seja inferior ao nível respectivo da Barreira 1.

Assim, na maturidade, o investidor será reembolsado em 100% do capital inicialmente investido e receberá um juro correspondente a 15% do capital inicialmente investido se todos os três índices tiverem o respectivo valor de fecho oficial igual ou superior ao nível respectivo da Barreira 1. Contudo, o investidor não receberá qualquer remuneração caso o valor de fecho oficial de algum dos três índices seja inferior ao nível respectivo da Barreira 1.

O capital inicialmente investido está em risco, podendo verifica-se uma perda parcial ou total do capital investido se o valor de fecho oficial de pelo menos um dos três índices, observado na Data de Determinação, seja inferior ao nível respectivo da Barreira 2. O valor da perda de capital será a desvalorização do índice com pior performance face ao nível respectivo da Barreira 1.

No caso do Valor de Reembolso ser inferior a 100% do Valor Nominal, o obrigacionista registará uma perda de capital que poderá, no limite, ascender a 100% do Valor Nominal.

Os valores das Barreiras 1 e 2 são os seguintes:

<i>Índice i</i>	<i>Barreira 1</i>	<i>Barreira 2</i>
Índice 8	3,763.55	2,822.66
Índice 9	1,379.93	1,034.95
Índice 10	14,012.20	10,509.15

b) Avaliação do produto

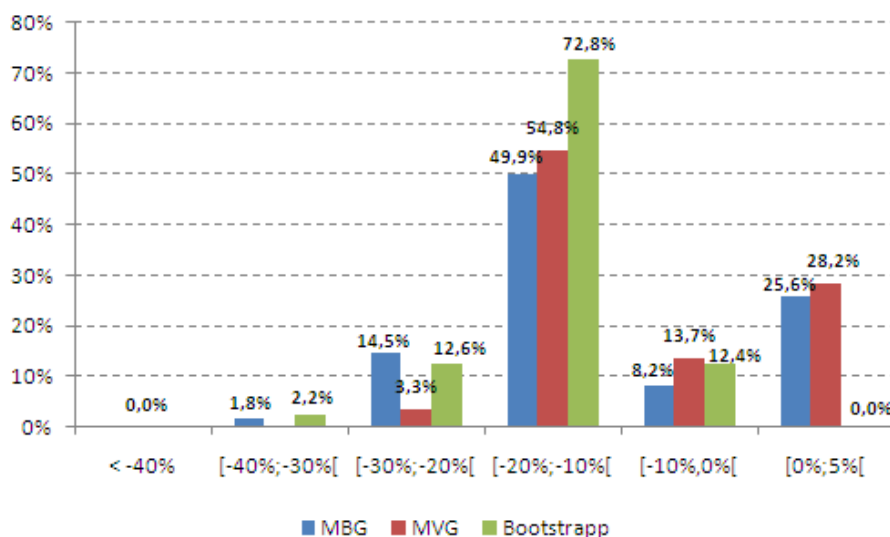
Para encontrar a valorização deste produto utilizaram-se os modelos de simulação de Monte Carlo a partir do processo estocástico Movimento Browniano Geométrico, a simulação de Monte Carlo a partir do processo estocástico *Variance-Gamma* e o *bootstrapp* para simular a evolução dos três índices accionistas referidos anteriormente.

Para a simulação de Monte Carlo obtida a partir do processo estocástico Movimento Browniano Geométrico conclui-se que apenas em 8% das observações é pago o cupão de 15% (em 3 anos), em 21% não há pagamento de cupão (0% de juros) e em 71% dos casos existe uma probabilidade de perder parte do capital (perda média de 36% do capital investido). A TAEN média obtida através deste método foi de -7,79%.

A TAEN média obtida através da simulação de Monte Carlo a partir do processo estocástico *Variance-Gamma* foi de -5,97%. Esta simulação apresenta características diferentes da simulação de Monte Carlo a partir do processo estocástico Movimento Browniano, nomeadamente no que concerne aos valores negativos mais extremos. Nesta simulação não existem perdas superiores a 35%.

Os resultados obtidos na simulação de *bootstrapp* são um pouco diferentes. Assim, em nenhuma das simulações se verificou o pagamento máximo de cupão de 15%. O não pagamento de qualquer cupão ocorreu em cerca de 22% das observações e nas restantes 78% existiu perda de capital. A TAEN média obtida através deste método foi de -11,54%.

Gráfico 9 – Simulações das TAEN nos intervalos encontradas pelas três metodologias utilizadas.



4. CONCLUSÃO / RESUMO

Foram seleccionados e analisados 9 produtos financeiros complexos, com diferentes características, com o objectivo de testar e exemplificar metodologias passíveis de ser aplicadas na avaliação destes produtos, bem como avaliar a qualidade, a coerência e a justeza das previsões elaboradas pelos intermediários financeiros.

A tabela de síntese abaixo apresentada resume as características mais relevantes dos produtos analisados, bem como as metodologias aplicadas em cada caso. Foram integrados neste estudo produtos com diferentes durações (que variam entre um e 10 anos) bem como com diferentes tipos de activos de referência (nomeadamente índices, acções, *commodities*, taxa de juro, etc). Esta análise comporta ainda produtos com e sem capital garantido.

	<i>Produto</i>	<i>Duração</i>	<i>Capital Garantido</i>	<i>Remuneração Garantida</i>	<i>Reembolso Antecipado</i>	<i>Activos Subjacentes</i>
1	PFC A	3 anos	Sim	Não	Sim	Acções (Energia)
1	PFC B	5 anos	Sim	Sim (1% / ano)	Não	Acções (Mineiras)
2	PFC C	5 anos	Sim	Não	Não	Índice Commodities e IPC
4	PFC D	3 anos	Sim	Não	Sim	Índices Accionistas
5	PFC E	5 anos	Não	Não	Sim	Acções
6	PFC F	5 anos	Sim	Não	Não	Índice DBLICI
7	PFC G	10 anos	Sim	Sim (0,5% / ano)	Sim	Euribor 12 meses
8	PFC H	1 ano	Não	Não	Sim	Acções (Telecom)
9	PFC I	3 anos	Não	Não	Não	Índices Accionistas

Como apresentado no decorrer da análise dos produtos é possível concluir que os resultados da avaliação não são exactamente coincidentes para as diferentes metodologias implementadas.

Do estudo realizado resultam ainda outras conclusões. Em primeiro lugar, os produtos financeiros complexos analisados são na sua maioria bastante exóticos e, conseqüentemente, a distribuição de pagamentos entre diferentes possíveis estados da natureza (cenários) é difícil de apreender pelos investidores, mesmo os mais sofisticados ou com maiores conhecimentos em matérias de natureza financeira. Por outro lado, a maioria destes produtos apresenta uma forte assimetria no retorno final para o investidor. No caso dos produtos de capital garantido, por exemplo, existe uma forte assimetria nas probabilidades de ocorrência dos vários cenários, que se pode atribuir ao facto de estar concentrada uma forte probabilidade de ocorrência no cenário de não ser pago qualquer retorno ou apenas o retorno mínimo consagrado na ficha técnica do produto. No entanto, estes produtos evidenciam, em regra, a rentabilidade máxima que o produto permite

alcançar, descurando o facto de que com uma elevada probabilidade apenas será paga a remuneração mínima. Adicionalmente, constatou-se que os cenários de elevadas rendibilidades tinham uma probabilidade de ocorrência bastante reduzida. No caso dos produtos em que não existe garantia de capital, torna-se ainda mais difícil para o investidor compreender a estrutura dos respectivos pagamentos, dada a não linearidade desses pagamentos e o número e tipo de activos subjacentes geralmente envolvidos. O risco destes produtos é superior em virtude da não garantia de capital, o que significa que, nestes produtos, a transparência dos respectivos cenários de rendibilidades deve ser reforçada. Por último, os resultados do estudo permitem concluir que os produtos financeiros complexos analisados apresentam em geral rendibilidades esperadas inferiores às dos depósitos tradicionais.

ANEXO – Informação Estatística

A – PFC A

Parâmetros utilizados nas simulações de Monte Carlo

	<i>Acção 1</i>	<i>Acção2</i>	<i>Acção3</i>	<i>Acção 4</i>	<i>Acção 5</i>
Preço Spot	3,10	16,20	6,77	26,80	370,00
Taxa de juro	1,07%	1,07%	1,07%	1,07%	1,07%
Dividend Yield	5,19%	1,57%	5,00%	5,45%	0,00%
Volatilidade Diária	1,44%	3,53%	1,54%	2,65%	3,28%
Kurtosis	12,62	9,17	9,43	11,96	7,53
Skew	0,11	0,35	0,36	-0,36	0,01

Matriz de correlações entre as rendibilidades dos activos subjacente

	<i>Acção 1</i>	<i>Acção2</i>	<i>Acção3</i>	<i>Acção 4</i>	<i>Acção 5</i>
<i>Acção 1</i>	1,00	0,34	0,44	0,26	0,24
<i>Acção 2</i>	0,34	1,00	0,46	0,32	0,50
<i>Acção 3</i>	0,44	0,46	1,00	0,38	0,31
<i>Acção 4</i>	0,26	0,32	0,38	1,00	0,21
<i>Acção 5</i>	0,24	0,50	0,31	0,21	1,00

Tabela de Frequências

	MBG	<i>bootstrapp</i>
0%	62,1%	54,3%
]0%;1%]	15,6%	20,1%
]1%;2%]	6,1%	10,2%
]2%;3%]	0,3%	2,1%
]3%;4%]	3,7%	7,4%
]4%;5%]	1,8%	3,7%
]5%;6%]	0,1%	2,2%
TAEN		
Esperada	1,10%	0,96%

B - PFC B

Parâmetros utilizados nas simulações de Monte Carlo

	<i>Acção 6</i>	<i>Acção7</i>	<i>Acção 8</i>	<i>Acção 9</i>	<i>Acção 10</i>
Preço Spot	2093,5	1766	45,83	2750	22,01
Taxa de juro	1,07%	1,07%	1,07%	1,07%	1,07%
Dividend Yield	1,95%	3,65%	1%	6,26%	0
Volatilidade Anual	37,48%	28,84%	28,90%	42,49%	35,41%
Kurtosis	7,67	5,95	9,32	17,19	8,34
Assimetria	0,22	0,32	0,69	-0,37	0,04

Matriz de correlações entre as rendibilidades dos activos subjacente

	<i>Acção 6</i>	<i>Acção7</i>	<i>Acção 8</i>	<i>Acção 9</i>	<i>Acção 10</i>
<i>Acção 6</i>	1				
<i>Acção 7</i>	0,83	1			
<i>Acção 8</i>	0,22	0,26	1		
<i>Acção 9</i>	0,77	0,78	0,23	1	
<i>Acção 10</i>	0,49	0,51	0,42	0,49	1

Tabela de Frequências

	MBG	bootstrapp
1%	21,3%	51,6%
1,79%	40,0%	17,5%
2,58%	28,5%	21,5%
3,38%	8,8%	9,3%
4,19%	1,3%	6,7%
5%	0,1%	3,2%
TAEN Esperada	1,39%	1.89 %

C – PFC C

Parâmetros utilizados nas simulações de Monte Carlo

	<i>Índice1</i>	<i>Índice 2</i>	<i>Índice 3</i>
Preço Spot	575,63	57,79	222,28
Taxa de juro	1,25%	1,25%	1,25%
Dividend Yield	0,00%	0,00%	0,00%
Vol. (diária)	2,42%	1,32%	1,60%
Kurtosis	3,247	2,901	2,746
Assimetria	-0,344	-0,170	-0,256

Matriz de correlações entre as rendibilidades dos activos subjacente

	<i>Índice1</i>	<i>Índice 2</i>	<i>Índice 3</i>
<i>Índice1</i>	1,00	0,34	0,32
<i>Índice2</i>	0,34	1,00	0,32
<i>Índice3</i>	0,32	0,32	1,00

Tabela de Frequências

	MBG/MV bootstrapp	
0%	31,8%	42,4%
]0%;1%]	0,0%	0,0%
]1%;2%]	15,9%	9,5%
]2%;3%]	12,1%	6,3%
]3%;4%]	11,0%	8,0%
]4%;5%]	0,0%	0,0%
]5%;6%]	11,2%	9,0%
]6%;6,6%]	18,0%	24,8%
TAEN Esperada	2,72%	2,71%

D – PFC D

Parâmetros utilizados nas simulações de Monte Carlo

	<i>Índice 4</i>	<i>Índice 5</i>	<i>Índice 6</i>
Preço Spot	2743,5	1036,19	10034,74
Taxa de juro	1,07%	1,07%	1,07%
Dividend Yield	2,95%	1,98%	1%
Volatilidade Anual	23,16%	20,40%	22,02%
Kurtosis	4,71	8,22	6,95
Assimetria	0,16	0,11	-0,11

Matriz de correlações entre as rendibilidades dos activos subjacente

	<i>Índice 4</i>	<i>Índice 5</i>	<i>Índice 6</i>
<i>Índice 4</i>	1		
<i>Índice 5</i>	0,88	1	
<i>Índice 6</i>	0,86	0,92	1

Tabela de Frequências

	MBG	MVG	bootstrapp
0%	49,9%	56,2%	89,0%
5%	33,5%	32,6%	8,0%
4,88%	10,7%	7,1%	1,7%
4,78%	5,9%	4,1%	1,2%
TAEN Esperada	2,48%	2,48%	0,59%

E – PFC E

Parâmetros utilizados nas simulações de Monte Carlo

	<i>Acção11</i>	<i>Acção12</i>	<i>Acção13</i>
Preço Spot	26,02	8,84	32,68
Taxa de juro	1,47%	1,47%	1,47%
Dividend Yield	0,00%	2,13%	3,53%
Volatilidade Diária	3,69%	2,71%	2,23%
Kurtosis	8,98	6,11	5,16
Assimetria	-0,36	-0,30	-0,12

Matriz de correlações entre as rendibilidades dos activos subjacente

	<i>Acção11</i>	<i>Acção12</i>	<i>Acção13</i>
<i>Acção11</i>	1,00	0,30	0,25
<i>Acção12</i>	0,30	1,00	0,28
<i>Acção13</i>	0,25	0,28	1,00

Tabela de Frequências

	MBG	VGM	bootstrapp
]-30%;-20%]	0,7%	0,0%	0,0%
]-20%;-10%]	27,6%	3,2%	22,5%
]-10%;0%]	39,8%	20,8%	52,6%
]0%;10%]	11,6%	64,7%	12,2%
]10%;20%]	7,9%	2,8%	5,2%
]20%;30%]	0,0%	0,0%	0,0%
]40%;42,5%]	0,0%	8,5%	7,5%
TAEN			
Esperada	1,03%	5,90%	-1,05%

F – PFC F

Parâmetros utilizados nas simulações de Monte Carlo

	<i>Índice 7</i>
Preço Spot	494,12
Taxa de juro	1,00%
Dividend Yield	0
Volatilidade diária	0,98%
Kurtosis	1,944
Skewness	-0,020

Tabela de Frequências

	MBG	Bootstapp
0%	51,7%	51,7%
]0%;5%]	32,4%	41,7%
]5%;10%]	13,1%	6,1%
]10%;15%]	2,5%	0,5%
]15%;20%]	0,3%	0,0%
]20%;25%]	0,0%	0,0%
TAEN Esperada	2,0%	1,3%

G - PFC G

Tabela de Frequências

	CIR	<i>bootstrapp</i>
[0%-0,25%[	0,0%	0,0%
[0,25%-0,5%[	0,0%	0,0%
[0,5%-0,75%[	0,0%	0,0%
[0,75%-1,00%[	0,0%	0,0%
[1,00%-1,25%[	0,0%	0,0%
[1,25%-1,50%[	95,5%	95,6%
[1,50%-1,75%[	1,5%	0,7%
[1,75%-2,00%[	1,4%	1,1%
$\geq 2,00\%$	1,6%	2,6%
TAEN Esperada	1,37%	1,38%

H - PFC H

Parâmetros utilizados nas simulações de Monte Carlo

	<i>Acção 14</i>	<i>Acção15</i>	<i>Acção 16</i>	<i>Acção 17</i>
Preço Spot	9,595	19,545	8,086	17,39
Taxa de juro	1,07%	1,07%	1,07%	1,07%
Dividend Yield	4,17%	3,50%	4%	4,22%
Kurtosis	4,55	4,19	7,02	8,6
Assimetria	0,29	0,38	0,36	0,89

Tabela de Frequências

	MBG	bootstrapp
-5%	58,8%	55,6%
[0%;4%[	7,4%	5,6%
[4%;8%[	6,6%	4,5%
[4%;12%[	5,5%	5,5%
[12%;16%[	5,0%	3,9%
[16%;20%[	4,9%	3,3%
20%	11,6%	21,6%
TAEN Esperada	2,05%	3,59 %

I- PFC I

Parâmetros utilizados nas simulações de Monte Carlo

	<i>Índice 8</i>	<i>Índice 9</i>	<i>Índice 10</i>
Preço Spot	2706,47	1042,88	9802,95
Taxa de juro	1,07%	1,07%	1,07%
Dividend Yield	2,95%	1,98%	1%
Volatilidade Anual	23,16%	20,40%	22,02%
Kurtosis	4,71	8,22	6,95
Assimetria	0,16	0,11	-0,11

Matriz de correlações entre as rendibilidades dos activos subjacente

	<i>Índice 8</i>	<i>Índice 9</i>	<i>Índice 10</i>
<i>Índice 8</i>	1		
<i>Índice 9</i>	0,88	1	
<i>Índice 10</i>	0,86	0,91	1

	MBG	MVG	Bootstrapp
< -40%	0,02%	0,00%	0,00%
[-40%; -30%[	1,75%	0,00%	2,20%
[-30%; -20%[	14,52%	3,32%	12,60%
[-20%; -10%[	49,90%	54,78%	72,80%
[-10%; 0%[	8,17%	13,69%	12,40%
[0%; 5%[	25,64%	28,21%	0,00%
TAEN Esperada	-7,79%	-5,97%	-11,54%



ESTUDOS CMVM

N.º 1 2010

COMISSÃO DO MERCADO DE VALORES MOBILIÁRIOS

Av. Liberdade n.º 252
1056-801 LISBOA
E-mail: cmvm@cmvm.pt
Telefone: (+351) 213 177 000
Fax: (+351) 213 537 077
www.cmvm.pt