

MESTRADO
ECONOMETRIA APLICADA E PREVISÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

CRONOLOGIA DE EVENTOS QUE PROVOCARAM
PERDAS NOS RETORNOS SUPERIORES AO *VAR* NO
SETOR ENERGÉTICO PORTUGUÊS

EDUARDO LOURENÇO PARREIRA

OUTUBRO - 2018

MESTRADO EM
ECONOMETRIA APLICADA E PREVISÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

CRONOLOGIA DE EVENTOS QUE PROVOCARAM
PERDAS NOS RETORNOS SUPERIORES AO *VAR* NO
SETOR ENERGÉTICO PORTUGUÊS

EDUARDO LOURENÇO PARREIRA

ORIENTAÇÃO:

PROFESSOR NUNO SOBREIRA

OUTUBRO – 2018

RESUMO

O propósito deste estudo foi quantificar o risco de mercado a que as principais empresas energéticas presentes na Euronext Lisboa estiveram expostas no período entre dezembro de 2012 a junho de 2017 e apresentar, de forma cronológica, os eventos que podem ter provocado perdas nos retornos superiores ao risco de mercado estimado. Para quantificar tal risco foi usada a medida *Value at Risk*, calculada através das abordagens econométrica e *RiskMetrics*, fazendo uso de previsões da volatilidade a 1 passo já existentes.

Palavras Chave: *Value at Risk*, Modelos GARCH, *RiskMetrics*, Empresas energéticas, Euronext Lisboa

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço ao professor Nuno Sobreira pela sua constante disponibilidade para esclarecer quaisquer questões relacionadas com este trabalho, bem como pelos seus contributos para a melhoria contínua do mesmo. Obrigado também pela total compreensão da minha situação profissional.

Agradeço de uma forma especial à Joana Romão, minha namorada, por ter sido o meu apoio nos momentos mais difíceis e pelas sugestões sempre oportunas.

Por último, agradeço à Epimetheus, empresa onde trabalho, pela compreensão e liberdade que me foi conferida. Sem isso não seria possível ter terminado esta etapa da minha vida.

Índice

ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABELAS	V
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO LITERÁRIA	2
2.1. Conceito de VaR	3
2.2. Abordagem econométrica	5
2.2.1. GARCH	7
2.2.2. <i>Integrated</i> GARCH	8
2.2.3. GJR-GARCH	9
2.2.4. <i>Exponential</i> GARCH	9
2.3. Abordagem <i>RiskMetrics</i>	10
3. ANÁLISE DESCRITIVA DA AMOSTRA	11
3.1. Classificação da informação recolhida	11
3.2. Factos estilizados das séries dos retornos	12
3.3. Teste de Jarque-Bera à normalidade das distribuições	15
4. METODOLOGIA	15
4.1. Cálculo dos valores críticos	16
4.2. Cálculo do <i>VaR</i>	17
4.3. Identificação de eventos que provocaram desvalorizações	18
5. RESULTADOS EMPÍRICOS	19
5.1. Período entre 14/12/2012 e 31/12/2013	19
5.2. Período entre 01/01/2014 e 31/12/2014	22
5.3. Período entre 01/01/2015 e 31/12/2015	25
5.4. Período entre 01/01/2016 e 31/12/2016	29
5.5. Período entre 01/01/2017 e 13/06/2017	32
6. CONCLUSÕES	33

BIBLIOGRAFIA	36
A. ANEXOS	37
A.1. Figuras	37
A.2. Tabelas	44

Índice de Figuras

Figura I – Gráficos das séries dos retornos das empresas do setor energético, para o período em estudo	37
Figura II - Estatística Jarque-Bera e valor-p da empresa EDP	37
Figura III - Estatística Jarque-Bera e valor-p da empresa Galp.....	38
Figura IV - Estatística Jarque-Bera e valor-p da empresa REN	38
Figura V - Estatística Jarque-Bera e valor-p da empresa EDP Renováveis	38
Figura VI - Programa desenvolvido para obter os valores críticos da distribuição T-Student – exemplo EDP.....	39
Figura VII - Programa desenvolvido para obter os valores críticos da distribuição Skewed T-Student – exemplo EDP	39
Figura VIII - Programa desenvolvido para obter os valores críticos da distribuição Skewed Normal – exemplo EDP	39
Figura IX - Programa desenvolvido para obter os valores críticos da distribuição GED – exemplo EDP.....	40
Figura X - Programa desenvolvido para obter os valores críticos da distribuição Skewed GED – exemplo EDP	40
Figura XI - Gráficos das séries dos retornos da EDP, para o período em estudo, e VaR estimado segundo os modelos da classe GARCH	41
Figura XII - Gráfico da série do retorno da EDP, para o período em estudo, e VaR estimado segundo o modelo RiskMetrics	41
Figura XIII - Gráficos das séries dos retornos da Galp, para o período em estudo, e VaR estimado segundo os modelos da classe GARCH	42
Figura XIV - Gráfico da série do retorno da Galp, para o período em estudo, e VaR estimado segundo o modelo RiskMetrics	42

Figura XV - Gráficos das séries dos retornos da REN, para o período em estudo, e VaR estimado segundo os modelos da classe GARCH	43
Figura XVI - Gráfico da série do retorno da REN, para o período em estudo, e VaR estimado segundo o modelo RiskMetrics	43
Figura XVII - Gráficos das séries dos retornos da EDP Renováveis, para o período em estudo, e VaR estimado segundo os modelos da classe GARCH	44

Índice de Tabelas

Tabela I - Relação entre parâmetro γ_i e simetria no modelo EGARCH.....	44
Tabela II - Momentos amostrais dos retornos das empresas energéticas.	45
Tabela III - Percentagem de dias em que os retornos ultrapassaram o VaR... 45	
Tabela IV - Percentagem de cada categoria de notícias no total de dias em que os retornos ultrapassaram o VaR.....	46
Tabela V – Dias em que os retornos de 3 ou mais empresas ultrapassaram o VaR	47
Tabela VI – Percentagem de cada evento de notícias no total de dias em que os retornos ultrapassaram o VaR.....	47

1. Introdução

As empresas estão constantemente expostas a riscos de diversas naturezas. Para sobreviverem, devem efetuar uma gestão eficaz destes riscos, através da tomada de decisão consciente e ponderada. Por exemplo, o investimento em energias renováveis por parte de uma empresa energética acarreta o risco da sua produção não ser lucrativa, devendo a empresa estudar a sua viabilidade antes de decidir. As empresas que não consideram tais riscos ficam expostas às consequências da sua negligência, podendo estas ser a perda de vários clientes ou até a sua falência técnica.

Segundo Jorion (2006), existem duas principais categorias de risco, sendo estas Riscos de Negócio e Riscos Financeiros. Os Riscos de Negócio são os que decorrem da atividade normal da empresa na tentativa de criar lucro, tal como no exemplo anterior. Quanto aos Riscos Financeiros, estes provêm da ocorrência de desvalorizações dos ativos da empresa. De acordo com Tsay (2013), os Riscos Financeiros podem ser divididos em três categorias, sendo elas: Risco de Mercado; Risco de Crédito; e Risco Operacional. O foco de análise neste estudo é o Risco de Mercado, que consiste no risco de desvalorização dos ativos da empresa decorrente de oscilações do seu valor nos mercados financeiros.

Este estudo tem como objetivo, numa primeira fase, quantificar o risco de mercado a que as principais empresas energéticas cotadas na Euronext Lisboa – EDP, Galp, REN e EDP Renováveis – estiveram expostas entre dezembro de 2012 e junho de 2017. Como é sabido, na primeira parte deste período, Portugal sofreu as consequências da crise financeira global, com origem nos Estados Unidos da América, em 2008, e da crise das dívidas soberanas na Zona Euro, estando as empresas portuguesas expostas a acontecimentos geradores de maior volatilidade nos retornos das suas ações.

A medida a partir da qual foi mensurado o risco de mercado para as empresas acima referidas foi o *Value at Risk (VaR)*, tendo sido calculado com base nas previsões a 1 passo para um nível de probabilidade de 5%. Em

particular, foram usadas as previsões dos retornos e volatilidade baseadas em modelos econométricos de heterocedasticidade condicionada – GARCH, EGARCH, GJR-GARCH e IGARCH – e *RiskMetrics* bem conhecidos.

Um segundo objetivo deste estudo é identificar cronologicamente as observações que foram de tal modo extremas que geraram quedas nos retornos superiores ao *VaR* estimado e interpretar criticamente os eventos que podem ter provocado tal fenómeno.

Segue-se uma breve descrição das secções integrantes deste trabalho. Na secção 2 é apresentado o conceito e formalização teórica do *VaR*, bem como os modelos econométricos e *RiskMetrics* que deram origem às previsões dos retornos e da volatilidade usadas no cálculo desta medida. De seguida, na secção 3 é efetuada uma análise descritiva das séries dos retornos de cada empresa, relacionando as suas estatísticas com os factos estilizados destas séries e efetuando testes à normalidade das suas distribuições. A metodologia de elaboração prática é descrita na secção 4. Na secção 5 é apresentada a cronologia de eventos que levaram a perdas superiores ao *VaR*, distribuída por períodos aproximadamente anuais. Por último, na secção 6 são listadas as conclusões retiradas na elaboração deste estudo.

É importante referir que foram utilizados dados e cálculos para as previsões da volatilidade efetuados por Rui Louro, ex-aluno do Mestrado em Econometria Aplicada e Previsão (MEAP) e atual aluno do Programa de Doutoramento em Matemática Aplicada à Economia e Gestão (PDMAEG), a quem se agradece a disponibilidade e o esclarecimento de dúvidas.

2. Revisão literária

Nesta secção são definidos os conceitos base para a elaboração do deste estudo. Em primeiro lugar, será apresentado o *VaR*, bem como exemplos da sua obtenção. Em segundo lugar, expõe-se a abordagem econométrica como metodologia de cálculo do *VaR*, focando nos modelos que originaram os

resultados empíricos a apresentar. Por último, será exposta a abordagem ao cálculo do *VaR* designada por *RiskMetrics*.

2.1. Conceito de *VaR*

O conceito de *Value at Risk*, ou *VaR*, pode ser definido como a estimativa da desvalorização potencial de um ativo de uma empresa, em unidades monetárias, devido a oscilações anómalas nos mercados financeiros, para um dado período de tempo e nível de probabilidade (Tsay, 2005). Um dos principais objetivos da análise do *VaR* é assegurar a contínua viabilidade financeira de uma empresa, mesmo no decorrer de um acontecimento “catastrófico”, sendo, portanto, uma medida do risco de mercado a que a empresa está exposta. Este conceito é tão importante no controlo deste tipo de risco que, de acordo com o estabelecido nos acordos de Basileia, é usado no cálculo dos requisitos de capital das instituições financeiras, sendo o seu cálculo uma exigência das entidades reguladoras do setor.

Encontram-se na literatura duas definições do *VaR*. Em Tsay (2005), por exemplo, a variável aleatória usada no cálculo desta medida é a variação do valor de um ativo, enquanto em Tsay (2013), pelo contrário, a variável aleatória usada é a sua perda potencial. Aqui opta-se pela primeira abordagem.

Assim sendo, defina-se n , simultaneamente, a última observação da amostra e o momento no qual se vai proceder ao cálculo do *VaR*. Adicionalmente, defina-se ΔV_{n+1} como a variável aleatória que descreve a variação do valor de um ativo, em unidades monetárias, desde o momento n até ao momento seguinte, $n + 1$, isto é, $\Delta V_{n+1} = V_{n+1} - V_n$. Por último, seja, genericamente, $F(x)$ a função distribuição de ΔV_{n+1} condicionada à informação disponível até ao período n . O *VaR* de uma posição longa (âmbito do estudo) a 1 dia com nível de probabilidade α é definido pela expressão seguinte:

$$(1) \quad \alpha = P[\Delta V_{n+1} \leq VaR_{n+1,\alpha} | \mathcal{F}_n] = F(VaR_{n+1,\alpha}).$$

Em que \mathcal{F}_n corresponde à informação disponível até ao período n . Isto significa que a probabilidade de um ativo incorrer numa perda superior ao *VaR*

é igual a α . De notar que, como o VaR está associado a desvalorizações, isto é, $\Delta V_{n+1} < 0$ e pode-se afirmar que, no geral, também esta medida será representativa de perdas muito fortes para um α pequeno.

A função distribuição da variável ΔV_{n+1} está intimamente relacionada com o VaR , pois corresponde à multiplicação do valor atual do ativo pelo α -ésimo quantil da cauda esquerda da função $F(x)$. Pode então afirmar-se que, para uma função distribuição $F(x)$ conhecida e probabilidade α , a medida:

$$(2) \quad q_{\alpha}^{\epsilon} = \inf\{x | F(x) \geq \alpha\} \quad \text{com } 0 < \alpha < 1,$$

corresponde ao quantil de ordem α da distribuição $F(x)$, onde \inf significa o menor número real a satisfazer $F(x) \geq \alpha$. Assim, pode dizer-se que para $F(x)$ se verifica a condição: $VaR_{n+1,\alpha} = q_{\alpha}^{\epsilon} V_n$, sendo q_{α}^{ϵ} doravante designado por valor crítico da distribuição. Em contexto prático, é praticamente impossível conhecer o formato exato da função distribuição $F(x)$.

Para simplificar a compreensão destes conceitos, é apresentado um pequeno exemplo, com 1.000 observações de ΔV seguindo um comportamento probabilístico de uma distribuição Normal estandardizada. As premissas utilizadas na produção deste exemplo são as seguintes:

- $V_{1.000} = 100.000,00$ u.m.
- $\alpha = 0,05$

No exemplo apresentado, a obtenção do VaR é uma tarefa simples, uma vez que é conhecida a função distribuição de ΔV_{n+1} . Assim, o $VaR_{1.001;0,05} = -1,645 * 100.000,00$ u.m. = $-164.500,00$ u.m. . Como referido acima, geralmente, esta distribuição não é conhecida, havendo a necessidade de assumir distribuições empíricas com base nas características da série.

Recorrendo à metodologia explicativa presente em Tsay (2013), pretende-se demonstrar como obter o VaR quando a função distribuição $F(x)$ é conhecida. Assumindo que a variação de um ativo, X , segue uma distribuição Normal tal que $\Delta V_t \sim N(\mu_t, \sigma_t^2)$, o VaR é calculado através da fórmula seguinte:

$$(3) \quad VaR_{n+1,\alpha} = \mu_{n+1} + q_{\alpha}^{\epsilon} \sigma_{n+1},$$

em que q_{α}^{ϵ} corresponde ao α -enésimo quantil da distribuição Normal estandardizada.

2.2. Abordagem econométrica

Através da leitura da subsecção anterior, conclui-se que, para calcular o VaR , é necessário dispor de informações sobre o comportamento da série que, muitas vezes, não são possíveis de conseguir. Para contornar esta dificuldade utilizam-se modelos econométricos que modelam o comportamento das séries de forma a obter previsões dos retornos e da volatilidade, assumindo uma dada distribuição probabilística. Antes de prosseguir, é importante definir os retornos, recorrendo a Nicolau (2012). Definam-se os retornos em tempo contínuo relativos ao momento t como r_t e os preços de fecho do mesmo momento como P_t . Assim, a relação seguinte é verdadeira:

$$(4) \quad r_t = \ln P_t - \ln P_{t-1}.$$

As séries dos retornos apresentam características específicas que devem ser tidas em conta na escolha dos modelos a utilizar. Segundo Nicolau (2012), quando existem variações acentuadas nos retornos, estas são seguidas por variações acentuadas em ambos os sentidos. Através desta especificidade, é possível concluir que as séries dos retornos são heterocedásticas, dado que a sua variância é não constante ao longo do tempo. A presença de heterocedasticidade é uma das principais características das séries dos retornos, sendo por isso necessário a utilização de modelos que possibilitem a sua modelação.

Pelo que foi dito anteriormente, para modelar séries de retornos utilizam-se modelos de heterocedasticidade condicionada (HC). Estes modelos diferem dos restantes porque assumem que a variância da série é não constante, através da especificação de um processo multiplicativo dos erros. Recorrendo a Nicolau (2012), defina-se o erro de um modelo HC pelo processo multiplicativo $u_t = \sigma_t \epsilon_t$ e assumam-se as premissas seguintes:

- i. $\{\epsilon_t\}$ é uma sucessão de variáveis aleatórias com média 0 e variância 1
- ii. ϵ_t e u_{t-k} são independentes, $k \in \mathbb{N}$
- iii. σ_t pode ser obtido tendo \mathcal{F}_{t-1}

Em que $\mathcal{F}_{t-1} = \{r_1, \dots, r_{t-1}\}$. A partir das hipóteses anteriores obtém-se:

$$(5) \quad E(u_t | \mathcal{F}_{t-1}) = E(\sigma_t \epsilon_t | \mathcal{F}_{t-1}) = \sigma_t E(\epsilon_t | \mathcal{F}_{t-1}) = 0$$

$$(6) \quad \text{Var}(u_t^2 | \mathcal{F}_{t-1}) = E(\sigma_t^2 \epsilon_t^2 | \mathcal{F}_{t-1}) = \sigma_t^2 E(\epsilon_t^2 | \mathcal{F}_{t-1}) = \sigma_t^2$$

Por σ_t^2 ser não constante, conclui-se que os modelos HC têm em conta a heterocedasticidade das séries de retornos.

Outra característica das séries dos retornos, identificada por Nicolau (2012), é o facto de apresentarem distribuições de probabilidade com caudas pesadas, isto é, distribuições leptocúrticas. Ora, recorrendo às premissas assumidas para o processo ϵ_t e acrescentando que $\epsilon_t \sim N(0,1)$, é possível provar que:

$$(7) \quad E(u_t) = 0$$

$$(8) \quad \text{Var}(u_t) = E(u_t^2) = E(\sigma_t^2)$$

$$(9) \quad E(u_t^3) = 0$$

$$(10) \quad k_u = \frac{E(u_t^4)}{E(u_t^2)^2} > 3$$

Assim, conclui-se que os modelos de HC também possibilitam a modelação das séries de retornos assumindo distribuições leptocúrticas.

Neste estudo foram usados como fonte para cálculo do *VaR* previsões calculadas através de vários modelos de HC, nomeadamente, da classe GARCH. Estes distinguem-se, por exemplo, dos ARCH, por precaverem séries com dependência temporal da volatilidade muito longa. A formalização destes

modelos foi efetuada recorrendo a Tsay (2005) e Nicolau (2012). Segue-se então a apresentação dos modelos da classe GARCH.

2.2.1. GARCH

Considere-se a série r_t como os retornos de um ativo de determinada empresa. O modelo $GARCH(p, q)$ que descreve o comportamento desta série é:

$$(11) \quad r_t = \mu_t + u_t$$

$$(12) \quad u_t = \sigma_t \epsilon_t$$

$$(13) \quad \sigma_t^2 = w + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

As equações (10) e (12) definem, respetivamente, a equação da média e da volatilidade dos retornos do ativo. Através destas duas equações, pode obter-se as previsões a 1 passo para os retornos e para a volatilidade através do cálculo do valor esperado condicionado a \mathcal{F}_n e da variância condicionada a \mathcal{F}_n , denotadas por $r_n(1) = E(r_{n+1}|\mathcal{F}_n)$ e $\sigma_n^2(1) = \text{Var}(r_{n+1}|\mathcal{F}_n)$.

A distribuição condicional de r_{n+1} assume assim a forma seguinte:

$$(14) \quad r_{n+1} | \mathcal{F}_n \sim F[r_n(1), \sigma_n^2(1)]$$

Por último, aplicando a informação obtida nos resultados expostos acima, a expressão de cálculo do VaR pode ser definida por:

$$(15) \quad VaR_{n+1, \alpha} = r_n(1) + q_{\alpha}^{\epsilon} \sigma_n(1)$$

em que q_{α}^{ϵ} é o α -enésimo quantil da distribuição probabilística assumida. Por exemplo, caso se assuma que a distribuição é uma Normal estandardizada, para um nível de probabilidade de 95%, vem:

$$(16) \quad VaR_{n+1; 0,05} = r_n(1) - 1,645 \sigma_n(1)$$

Adicionalmente, se for assumido que, em média, os retornos de tal ativo são 0, então o VaR é obtido simplesmente através da expressão:

$$(17) \quad VaR_{n+1; 0,05} = -1,645 \sigma_n(1)$$

Apesar do modelo GARCH permitir modelar parte das características específicas das séries dos retornos, sendo um modelo genérico, apresenta algumas limitações, como por exemplo o facto de não ter em conta a assimetria negativa habitualmente verificada nestas séries. Para ultrapassar tais limitações, são efetuadas transformações ao modelo genérico, tornando-o mais complexo. Algumas destas transformações, que deram origem aos valores das previsões da volatilidade usadas neste estudo, são apresentadas de seguida.

2.2.2. *Integrated* GARCH

Em primeiro lugar, é formalizado o modelo IGARCH. O erro do modelo para a média condicional de r_t, u_t , segue um modelo $IGARCH(p, q)$ se:

$$(18) \quad u_t = \sigma_t \epsilon_t$$

$$(19) \quad \sigma_t^2 = w + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t+1-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t+1-j}^2$$

$$(20) \quad \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j = 1$$

De forma a simplificar a análise deste modelo, assume-se que se está perante um $IGARCH(1,1)$, a partir do qual se obtém a equação da volatilidade $\sigma_t^2 = w + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$, onde $\alpha_1 + \beta_1 = 1$. Daqui vem:

$$(21) \quad u_t^2 = w + (\alpha_1 + \beta_1) u_{t-1}^2 - \beta_1 v_{t-1} + v_t$$

$$(22) \quad u_t^2 = w + u_{t-1}^2 - \beta_1 v_{t-1} + v_t$$

$$(23) \quad (1 - L)u_t^2 = w - \beta_1 v_{t-1} + v_t$$

Assim, é possível concluir que u_t^2 é um processo $ARIMA(0,1,1)$, razão pela qual este modelo se chama *Integrated* GARCH.

Uma das propriedades principais do modelo IGARCH é que, apesar de u_t não ser estacionário de segunda ordem (ESO), a condição necessária e suficiente para que seja estritamente estacionário ($E(\log(\beta_1 + \alpha_1 \epsilon_t^2)) < 0$) é menos exigente que a mesma para o modelo $GARCH(1,1)$ ser ESO ($\alpha_1 + \beta_1 < 1$). Este facto implica que a distribuição de probabilidade conjunta de (u_1, u_2, \dots, u_k) seja igual à de $(u_t, u_{t+1}, \dots, u_{t+k})$ para todo o t e k ; as funções

densidade de probabilidade são constantes no tempo $f(u_t) = f(u_s)$ para todo t e s ; e que σ_t^2 é uma variável aleatória limitada em probabilidade e $\sigma_t^2 \xrightarrow{p} \sigma^2(w)$, sendo $\sigma^2(w)$ uma variável aleatória. Por fim, vários estudos demonstram que os testes assintóticos habituais permanecem válidos.

2.2.3. GJR-GARCH

Em segundo lugar, apresenta-se o modelo GJR-GARCH, inicialmente proposto por Glosten et al. (1993), também conhecido por TGARCH. Como será aprofundado na secção 3, as distribuições das séries dos retornos apresentam, de uma forma geral, assimetria negativa. Ora, o modelo genérico GARCH não captura este efeito tão importante nas séries financeiras. Para que a característica da assimetria negativa seja modelada, a volatilidade da série em análise deve responder ao sinal de u_t , ou seja, deve ter um efeito superior para $u_t < 0$ e um efeito inferior para $u_t > 0$. Para ultrapassar esta limitação, utiliza-se o modelo GJR-GARCH que se define da seguinte forma:

$$(24) \quad \sigma_t^2 = w + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t+1-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t+1-j}^2 + \sum_{i=1}^q \gamma_i u_{t-i}^2 \Gamma_{\{u_{t-i} < 0\}}$$

$$(25) \quad \Gamma_{\{u_{t-i} < 0\}} = \begin{cases} 1 & \text{se } u_{t-i} < 0 \\ 0 & \text{se } u_{t-i} \geq 0 \end{cases}$$

Através deste modelo, a hipótese do efeito assimétrico negativo pode ser testada, assumindo as hipóteses nula, $H_0: \gamma_i = 0$, e alternativa $H_1: \gamma_i > 0$, seguindo a metodologia do teste Wald.

2.2.4. Exponential GARCH

Por último, define-se o modelo *Exponential* GARCH (EGARCH), proposto por Nelson (1991). Este formaliza a equação da variância condicional da forma seguinte:

$$(26) \quad \log \sigma_t^2 = w + \sum_{i=1}^p \alpha_i \log \sigma_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \left[\frac{|u_{t-i}|}{\sigma_{t-i}} - E \left\{ \frac{|u_{t-i}|}{\sigma_{t-i}} \right\} \right] + \sum_{i=1}^q \gamma_i \left(\frac{u_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right)$$

O modelo GARCH impõe que os parâmetros α_i e β_i sejam positivos, o que se revela bastante limitativo e reduz a qualidade dos resultados obtidos. Pelo contrário, no modelo EGARCH não são impostas quaisquer restrições a

estes parâmetros, pois o facto da variância condicional seguir uma distribuição Exponencial implica que os valores obtidos para este momento sejam positivos. Sem restrições aplicadas aos parâmetros, espera-se que as conclusões a retirar dos resultados do modelo sejam mais robustas. Adicionalmente, o modelo EGARCH, ao contrário do modelo genérico, e tal como o modelo GJR-GARCH, permite ter em conta a característica da assimetria negativa. Na prática, tal como dito por Su (2010), esta relação pode ser verificada na Tabela I, em anexo.

Assim conclui-se que o modelo EGARCH, ao não restringir os parâmetros do modelo e ao permitir que a assimetria da variância condicional seja negativa, apresenta-se, em teoria, como uma alternativa superior ao modelo GARCH.

2.3. Abordagem *RiskMetrics*

Para além da abordagem econométrica ao cálculo do *VaR* através dos modelos da classe GARCH apresentados na secção 2.2, foi usada a metodologia *RiskMetrics*, desenvolvida pelo banco de investimentos JP Morgan. Com base nos conhecimentos expostos em Tsay (2005) e Nicolau (2012), apresenta-se sucintamente esta abordagem.

A metodologia *RiskMetrics* é definida pelas expressões seguintes:

$$(27) \quad r_t = \sigma_t \epsilon_t$$

$$(28) \quad \sigma_t^2 = (1 - \lambda)r_{t-1}^2 + \lambda\sigma_{t-1}^2, \quad 0 < \lambda < 1$$

onde processo $\{\epsilon_t\}$ verifica as premissas enunciadas na secção 2.2. De facto, é possível provar que, nestas condições, r_t segue um processo *IGARCH* (1,1) com $w = 0$, e $\mu_t = 0$, ou seja, constante e média condicional nulas.

Tal como na abordagem econométrica, para calcular o $VaR_{n+1,\alpha}$, é necessário estudar a distribuição condicional de r_{n+1} . Em primeiro lugar, sabendo que a média do processo ϵ_t é 0, tem-se que:

$$(29) \quad E(r_{n+1}|\mathcal{F}_n) = 0$$

$$(30) \quad Var(r_{n+1}|\mathcal{F}_n) = \sigma_n^2$$

Com base nas equações (28) e (29), são conhecidas a média e a variância condicionais dos retornos do período seguinte, pelo que, assumindo a distribuição Normal para a distribuição de r_{n+1} condicionada a \mathcal{F}_n vem:

$$(31) \quad r_{n+1} | \mathcal{F}_n \sim N(0, \sigma_n^2)$$

Por último, aplicando os resultados obtidos anteriormente, conclui-se que o *VaR* segundo a metodologia *RiskMetrics* se obtém pela expressão seguinte:

$$(32) \quad VaR_{n+1,\alpha} = q_{\alpha}^{\epsilon} \sigma_n$$

Por exemplo, caso se pretenda calcular o *VaR*, para um nível de probabilidade de 5%, vem:

$$(33) \quad VaR_{n+1;0,05} = -1,645\sigma_n.$$

3. Análise descritiva da amostra

Tal como referido anteriormente, pretende-se calcular o *VaR* das séries de retornos das principais empresas do setor energético cotadas na Euronext Lisboa. Para tal, é necessário estudar a amostra recolhida, sendo o objetivo desta secção obter as principais estatísticas descritivas e identificar padrões comportamentais associados aos retornos de cada empresa. Para efetuar as análises presentes nesta secção recorre-se ao *software* econométrico Eviews.

3.1. Classificação da informação recolhida

A amostra recolhida tem uma frequência diária e diz respeito ao período que se inicia no dia 14 de dezembro de 2012 e que termina no dia 13 de junho de 2017, totalizando 1.147 observações. A variável observada foi o preço de fecho das ações das empresas energéticas presentes na Euronext Lisboa - EDP, Galp, REN e EDP Renováveis. Dado que o foco da análise recai sobre os retornos destas empresas, e não sobre os preços de fecho, recorre-se à relação apresentada na equação (4).

Para ter uma visão geral do comportamento dos retornos de cada empresa, na Figura I, presente em anexo, apresentam-se os gráficos relativos às séries correspondentes para o período em análise. Apenas através da observação dos gráficos presentes na figura, pode observar-se que as séries apresentam elevados níveis de volatilidade. Por outro lado, a série flutua em torno de um valor muito próximo de zero revertendo muito frequentemente para esse mesmo valor. Para além disso, observam-se diversos *outliers*, os quais serão detalhados na cronologia de eventos que provocaram quedas dos retornos superiores ao *VaR*.

De modo a complementar a informação apresentada na Figura I, foram calculados alguns momentos amostrais que se consideram úteis para a análise da volatilidade dos retornos das empresas. A compilação destas estatísticas e sua discriminação por empresa encontram-se presentes na Tabela II, apresentada no anexo.

Através da análise da informação contida nesta tabela, pode concluir-se que as séries dos retornos das empresas energéticas seguem, de uma forma geral, os padrões de comportamento identificados nas séries temporais dos retornos. Tal como Nicolau (2012) referiu, estas séries têm características próprias que as diferem das restantes, denominadas por factos estilizados e que serão analisados de seguida.

3.2. Factos estilizados das séries dos retornos

Entre os chamados factos estilizados encontra-se o caso de, geralmente, o prémio de risco de os detentores de ações das empresas ser, em média, positivo. Segundo Nicolau (2012), o prémio de risco tem como finalidade compensar os detentores de determinados ativos pela sua exposição ao risco de incorrer em perdas. Caso não existisse tal compensação, não existia incentivo para o investimento nestes títulos. O prémio de risco pode ser verificado com a análise do histórico dos retornos e comparação no mesmo período com o retorno de um investimento num ativo sem risco. Apesar de não

termos toda esta informação, é possível ter uma ideia do prémio de risco através da média amostral dos retornos, obtida através da fórmula seguinte:

$$(34) \quad \bar{r} = \frac{\sum_{t=1}^n r_t}{n}.$$

Ora, como pode ser observado na Tabela II, as séries de retornos das quatro empresas energéticas apresentam médias amostrais positivas, sendo que a empresa que apresenta uma média superior é a EDP Renováveis, com retornos médios diários de 0.046%.

Os factos estilizados não são claros em relação ao desvio padrão das séries de retornos, dizendo apenas que dependem do tipo de ativos em análise. A fórmula de cálculo do desvio padrão da amostra é a seguinte:

$$(35) \quad \hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2}{n}}.$$

No nosso estudo, através da Tabela II, pode afirmar-se que os quatro valores dos desvios padrão da amostra são bastante próximos e relativamente baixos. Mais uma vez recorrendo a Nicolau (2012), sabe-se que as ações, usualmente, apresentam desvios padrão superiores às restantes tipologias de ativos. Contudo, as grandes empresas, como as quatro empresas energéticas deste estudo, são a exceção a esta regra pois mesmo quando se fala em ações, os seus desvios padrão são baixos.

Outro facto estilizado importante apontado por Nicolau (2012), consiste na assimetria das distribuições dos retornos, ou *skewness*, que geralmente assume valores negativos. A estatística *skewness* mede a simetria das distribuições de probabilidade dos retornos e calcula-se da forma seguinte:

$$(36) \quad \widehat{sk} = \frac{n^{-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^3}{\hat{\sigma}^3}.$$

A interpretação dos seus valores é feita através da verificação de um dos três cenários seguintes: caso o seu valor seja igual a 0 ($\widehat{sk} = 0$), a distribuição de probabilidade é simétrica; por outro lado, caso o seu valor seja superior a 0 ($\widehat{sk} > 0$), as variações positivas dos preços têm mais peso que as

variações negativas; por último, caso o seu valor seja negativo ($\widehat{sk} < 0$), as variações negativas dos preços são mais acentuadas que as variações positivas. Nas séries financeiras, geralmente, as variações negativas são mais acentuadas, devido aos *crashes* bolsistas, que acabam por ter um impacto superior aos ganhos que são obtidos de uma forma sustentada. Pela Tabela II, conclui-se que, à exceção da Galp, as empresas em estudo corroboram com a tese da negatividade da *skewness*. O facto da Galp apresentar uma assimetria positiva é explicado pelo elevado número de *outliers* na série de retornos desta empresa, positivos e negativos, contrastando com as suas pares, que têm tendência a registar mais movimentos irregulares negativos do que positivos.

Por último, são estudadas as caudas das distribuições de probabilidade dos retornos. Existe um facto estilizado que afirma que os retornos seguem distribuições leptocúrticas, isto é, que as caudas destas distribuições são pesadas. Isto pode ser analisado através da observação da estatística curtose, ou *kurtosis*, obtida através da fórmula seguinte:

$$(37) \quad \hat{k} = \frac{n^{-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^4}{\hat{\sigma}^4}.$$

À semelhança da estatística de assimetria, também a interpretação da estatística *kurtosis* é feita através de três cenários diferentes: caso o seu valor seja igual a 3 ($k = 3$), então a distribuição é mesocúrtica, tal como a distribuição Normal; por outro lado, caso o seu valor seja superior a 3 ($k > 3$), então esta é leptocúrtica, contando com a existência de caudas mais pesadas; por último, caso o seu valor seja inferior a 3 ($k < 3$), então pode ser chamada de platicúrtica. Uma distribuição leptocúrtica apresenta caudas mais pesadas devido à existência de diversos *outliers* na amostra (Nicolau, 2012). Mais uma vez observando a Tabela II, conclui-se que os dados dos retornos das empresas energéticas comprovam o facto estilizado que indica que, por norma, as distribuições deste tipo de séries são leptocúrticas.

3.3. Teste de Jarque-Bera à normalidade das distribuições

Apesar de terem sido analisados os valores das estatísticas de *skewness* e de *kurtosis*, e destes suportarem a conclusão de que a distribuição dos retornos não segue uma distribuição Normal, foi calculada a estatística Jarque-Bera para cada uma das empresas de modo a validar estes indícios. Recorda-se que, com a estatística Jarque-Bera, pretende-se verificar se a série em análise segue ou não uma distribuição Normal testando-se a hipótese nula de que a *skewness* e a *kurtosis* são iguais a 0 e 3, respetivamente.

As Figuras II, III, IV e V apresentam o histograma, os valores de algumas estatísticas descritivas, da estatística Jarque-Bera e do seu valor-p para os retornos da EDP, GALP, REN e EDP Renováveis, respetivamente. Tal como se pode observar em todas estas figuras, a estatística Jarque-Bera apresenta sempre valores muito altos com valores-p de, aproximadamente, zero. Deste modo, estas figuras corroboram a suspeita de que os retornos de cada uma destas quatro empresas não seguem uma distribuição Normal.

4. Metodologia

Nesta secção são relatadas as diversas fases de elaboração prática deste trabalho, com o objetivo de descrever a metodologia seguida para a obtenção dos resultados empíricos expostos na secção seguinte. Numa fase inicial, é descrito o processo da obtenção dos valores críticos das distribuições probabilísticas dos modelos econométricos que originaram as previsões da volatilidade usadas. É importante referir que a estimação dos modelos, bem como a obtenção das previsões da volatilidade foram efetuadas pelo atual aluno do PDMAEG Rui Louro, tal como já foi referido na secção 1. De seguida, é exposto o cálculo do *Value at Risk*, para as observações da amostra, bem como a identificação dos dias em que foi ultrapassado por quedas nos retornos das energéticas. Por último, é explicado o método de segmentação dos resultados obtidos e a pesquisa de notícias relacionadas com as desvalorizações dos retornos.

4.1. Cálculo dos valores críticos

Conforme referido na secção 2, a estimação dos modelos econométricos pressupõe que sejam assumidas distribuições probabilísticas descritivas dos comportamentos da volatilidade dos retornos. Para tais distribuições são obtidos os valores críticos, ou seja, q_{α}^{ϵ} nas equações (3) ou (15) apresentadas anteriormente. Estes valores são usados numa fase posterior como parte integrante na fórmula de cálculo do *VaR* tal como se pode observar nessas mesmas equações.

Os modelos econométricos utilizados foram, tal como referido na secção 2.2., o GARCH, IGARCH, GJR-GARCH e EGARCH. Cada um destes modelos foi estimado com 6 distribuições distintas para ϵ_t , tendo sido consideradas as distribuições Normal, *Skewed Normal*, T-Student, *Skewed T-Student*, GED e *Skewed GED*. Por outro lado, o modelo *RiskMetrics* foi estimado apenas com a distribuição Normal tal como foi exposto na secção 2.3. e é habitualmente implementado na literatura. No total, sabendo que estão sobre análise 4 empresas energéticas, foram estimados 99 modelos, que deram origem a 113.553 previsões a 1-passo, todas analisadas neste estudo. De notar que não foram usadas as previsões da volatilidade da EDP Renováveis através do modelo *RiskMetrics* por falta de acesso a tais dados.

Seguidamente, é apresentada a obtenção dos valores críticos para as distribuições das previsões dos retornos a 1 passo, para um nível de 5%. Nos casos da distribuição Normal, foi consultada a tabela estatística habitual, tendo sido obtido um valor crítico aproximado de -1,645. Para os restantes casos, a obtenção dos valores críticos não foi tão direta, pois para obter cada previsão utilizada neste estudo, os modelos GARCH foram estimados com base nas 1.000 observações anteriores dos retornos, assumindo uma distribuição probabilística cujos parâmetros são obtidos através do algoritmo responsável pela modelação dos modelos GARCH para cada estimação. Assim, conclui-se que os parâmetros dessas distribuições se alteram para cada previsão. Por exemplo, no caso da distribuição da *Skewed T-Student*, tanto os seus graus de

liberdade, como o parâmetro de *skewness*, foram estimados para cada previsão, o que implica que os valores críticos se alterem e necessitem de ser obtidos de forma recursiva. Para contornar esta dificuldade recorreu-se ao *software* estatístico R, desenvolvendo um programa específico para cada empresa, modelo e distribuição, que possibilita a obtenção dos valores críticos associado a cada período temporal. Nas Figuras VI, VII, VIII, IX e X pode-se observar exemplos dos programas desenvolvidos para a empresa EDP, no contexto do modelo genérico GARCH, para cada uma das distribuições assumidas.

4.2. Cálculo do *VaR*

Estando na posse das previsões a 1 passo da média condicional e desvio-padrão de cada modelo, bem como dos valores críticos das distribuições probabilísticas de tais previsões, está-se perante as condições necessárias para calcular o *VaR* para cada período da amostra. Relembre-se a fórmula de cálculo desta medida:

$$(38) \quad VaR_{n+1,\alpha} = r_n(1) + q_{\alpha}^{\epsilon} \sigma_n(1).$$

Assumiu-se que a média condicional das distribuições dos retornos é 0 e um nível de probabilidade de 5%, pelo que se obtém a expressão seguinte.

$$(39) \quad VaR_{n+1;0,05} = q_{0,05}^{\epsilon} \sigma_n(1).$$

Da Figura XI até à XVII, pode observar-se as séries dos retornos de cada uma das empresas e, conjuntamente, os valores do *VaR* estimado para cada modelo e distribuição.

Posteriormente, os valores dos retornos de cada período temporal da amostra foram comparados com o *VaR* do respetivo período, de forma a identificar quais os dias em que as desvalorizações dos ativos das empresas ultrapassaram a medida de risco. Assim, foi construída a regra seguinte para identificar aqueles períodos em que o *VaR* foi ultrapassado pelos retornos:

$$(40) \quad \begin{cases} \text{caso: } r_n(1) < VaR_{n+1;0,05}, & \text{Verdadeiro} \\ \text{caso: } r_n(1) \geq VaR_{n+1;0,05}, & \text{Falso} \end{cases}$$

Através da seleção dos períodos em que se verificou o resultado “Verdadeiro”, chegou-se aos dias da amostra em que as quedas nos retornos ultrapassaram o valor estimado do VaR . Na Tabela III apresentam-se as percentagens de vezes em que se verificou tal resultado para cada empresa, modelo e distribuição.

4.3. Identificação de eventos que provocaram desvalorizações

Após terem sido identificados, para todos os modelos, os dias em que o VaR foi ultrapassado por perdas nos retornos diários, foi necessário definir um critério final sobre quais desses dias deveriam ser analisados. Para tal, foram quantificados, para cada dia da amostra, o número de modelos nos quais se verificaram perdas superiores ao VaR estimado, variando no intervalo de [0;25]. Para concluir, definiu-se o critério seguinte: se num dia existirem entre 20 e 25 modelos em que o VaR estimado foi ultrapassado pelos retornos diários, esse dia deve ser analisado; caso contrário, não se efetua qualquer análise.

Como resultado da aplicação deste critério, obtiveram-se 38 dias de análise para a EDP, 32 dias para a Galp, 21 dias para a REN e, por último, 25 dias para a EDP Renováveis. No total, foram analisados 94 dias, visto que em alguns destes, mais que uma empresa foi selecionada por este critério.

Por último, cada um destes 94 dias foi alvo de análise detalhada com a finalidade de concluir sobre a existência de notícias relevantes que pudessem ter provocado uma queda no valor das ações das empresas. Como fonte de análise, foram escolhidos: jornais *online* com foco em questões económicas e empresariais, sendo o mais utilizado o Jornal de Negócios, em parte por se tratar de um jornal de acesso livre; comunicações oficiais das empresas à CMVM, consultados no *site* oficial da instituição; e os *sites* das empresas energéticas estudadas.

5. Resultados empíricos

Nesta secção são apresentados os resultados empíricos do estudo, que se inicia com a identificação das datas que originaram desvalorizações nos retornos superiores à estimativa do *VaR* em cada empresa energética, de acordo com a regra apresentada na secção 4.3, sendo cada data estudada em detalhe com a identificação dos acontecimentos que podem ter gerado essa desvalorização. Para facilitar a sua análise, a cronologia é agrupada por períodos temporais aproximadamente anuais. Adicionalmente, é de referir que os valores apresentados para o *VaR* constituem o máximo entre os vários modelos GARCH e *RiskMetrics* estimados.

5.1. Período entre 14/12/2012 e 31/12/2013

Em dezembro de 2012, a EDP Renováveis diminuiu a sua cotação em bolsa, no dia em que anunciou o acordo com a China Three Gorges (CTG) para a venda de 49% do seu capital social e 25% dos suprimentos realizados a esta sociedade, por um preço de 359 milhões de euros. Esta desvalorização ocorreu no dia 21, tendo a empresa perdido 6,62% do preço das suas ações, ultrapassando o valor máximo do *VaR* estimado de 3,15%, obtido através do modelo genérico GARCH assumindo a distribuição T-Student.

No início de 2013, no dia 8 de janeiro, a Galp viu as suas ações desvalorizarem mais que a estimativa do *VaR*, num dia em que não se observaram notícias relevantes sobre a petrolífera. O contexto vivido à data era de receio de abrandamento da economia mundial, uma vez foi noticiado que as exportações alemãs teriam caído mais do que o previsto no mês de novembro de 2012.

No mês de fevereiro, apenas o grupo EDP viu as suas perdas superarem o *VaR*. Nos dias 1 e 4 deste mês, a EDP Renováveis sofreu perdas nos seus ativos devido ao anúncio de que o governo espanhol iria cortar as remunerações às elétricas e renováveis com o objetivo de reduzir o défice tarifário espanhol. Posteriormente, no dia 14, a EDP comunicou à CMVM que a

Parública, empresa que gere as participações sociais de capitais públicos portugueses, tinha concluído a colocação dos restantes 4,114% do capital social da empresa que ainda detinha no mercado. Por último, a EDP viu a sua cotação descer, no dia 21 de fevereiro, pois pela primeira vez desde março de 2012, a sua cota de mercado liberalizado diminuiu de 42,1% para 41,7%, em dezembro de 2012 e janeiro de 2013, respetivamente. Este decréscimo verificou-se no segmento empresarial, beneficiando a empresa Galp, que viu a sua cota aumentar no mesmo período de 3,6% para 4,4%.

No dia 27 de março, a EDP Renováveis sofreu perdas superiores ao *VaR* estimado. Num dia sem notícias impactantes para a empresa de energias limpas, destaca-se a classificação das ações da empresa publicada no dia anterior por parte dos analistas do Société Générale. Apesar das estimativas de decréscimo das receitas em Espanha, a recomendação do banco para os acionistas da empresa era a de “manter” as suas ações, pois o seu preço-alvo era bastante semelhante ao que estava a ser negociado à data.

No início de abril, tanto a EDP como a REN viram as suas cotações desvalorizar abaixo do nível estimado para o *VaR*. Na iminência estava a decisão do Tribunal Constitucional de aprovar, ou chumbar, o Orçamento de Estado Retificativo para 2013. A instabilidade política vivida à data precipitou os detentores das ações destas empresas a abandonar o mercado nacional.

Nos dias 20 e 22 de maio, as empresas EDP e REN, respetivamente, negociaram sem direito ao dividendo de 2012. Nestes dias, o valor das ações das empresas é ajustado ao valor da remuneração do acionista, pelo que há uma variação no valor destes ativos, que provoca o decréscimo do valor nominal das empresas.

No dia 7 de junho, a EDP Renováveis viu o preço das suas ações depreciar a um nível superior ao do *VaR*, num dia em que não foram anunciadas notícias relevantes sobre a empresa de energias renováveis. Existe a possibilidade deste decréscimo se dever à desvalorização dos índices bolsistas chinesas pela sétima sessão consecutiva, vista que parte da EDP

Renováveis pertencia à chinesa CTG. Ainda no mês de junho, no dia 21, as energéticas EDP e GALP Energia viram as suas cotações afetadas pela instabilidade política vivida na Grécia, no dia em que a Esquerda Democrática, partido que integrava a coligação que governava a Grécia à data, anunciava que os seus membros iriam abandonar o governo no seguimento das políticas seguidas pelo seu primeiro-ministro. Para além da instabilidade política que contagiou mercados mundiais, a EDP via também o seu “outlook” ser mantido negativo pela agência de *rating* Moody’s.

O início do mês de julho foi marcado pela maior descida do PSI 20 desde abril de 2010. Este decréscimo foi devido ao risco de queda do governo português, após a demissão do então ministro dos Negócios Estrangeiros Paulo Portas, por descontentamento em relação à solução encontrada para o ministério das Finanças. Este acontecimento fez com que 3 das 4 empresas em estudo sofressem perdas superiores ao *VaR*, sendo elas a EDP, a REN e a EDP Renováveis. Adicionalmente, no dia 12 de julho, a imprensa espanhola anunciava que o seu governo estaria prestes a anunciar os preços regulados da distribuição de energia, no âmbito da reforma do mercado energético a que se propôs efetuar. Estas notícias impactaram negativamente a cotação da EDP Renováveis, que opera em larga escala no mercado espanhol.

Em outubro, o governo anunciou um corte nas rendas para os produtores de energia, impactando negativamente a cotação da EDP, que desvalorizou mais do que o valor estimado do *VaR*.

No dia 14 de novembro, a cotação da Galp sofreu perdas que ultrapassaram o *VaR*, num dia em que se noticiava que o petróleo de xisto dos EUA poderia vir a diminuir os preços do petróleo na Europa, uma vez que termina com a hegemonia de mercado da OPEP. Adicionalmente, a REN também sofreu perdas de maior volume que o *VaR*, embora não existissem notícias ajudassem a prever tal acontecimento.

5.2. Período entre 01/01/2014 e 31/12/2014

A primeira vez que, no ano de 2014, foi verificada uma perda superior ao valor estimado do *VaR*, aconteceu no mês de março. No dia 3 desse mês, a Galp foi afetada pela tensão política entre a Rússia e a Ucrânia relativamente à ocupação da Crimeia, uma vez que este acontecimento provocou uma subida nos preços de diversas matérias-primas, incluindo o petróleo, que verificou um aumento aproximadamente de 2%.

Já em abril, a EDP registou um decréscimo nos seus ativos, devendo-se à venda por parte da José de Mello de 2.59% do capital social da EDP, deixando de ser o maior acionista português na empresa. A tensão entre a Rússia e a Ucrânia aumentou em abril quando, entre os dias 7 e 8, surgiram notícias na imprensa de que Donetsk poderia vir a verificar os mesmos acontecimentos que decorriam na Crimeia. A Galp e a EDP Renováveis foram as empresas mais afetadas no setor energético por tais notícias, tendo sido as suas perdas superiores ao valor estimado do *VaR*. No final do mês, a REN viria a verificar perdas que ultrapassaram o *VaR* por duas vezes. A primeira, no dia 23 deveu-se à saída de um dos seus administradores, Filipe de Botton, no seguimento do anúncio da segunda fase de reprivatização da energética. Dois dias depois, voltaria a acontecer, mas desta vez devido à empresa estar a negociar sem direito a dividendo.

O mês do maio abalou a cotação da EDP por 3 vezes. No dia 9, apesar de não existirem notícias relevantes sobre a empresa, esta registou perdas superiores ao *VaR* estimado. Poucos dias depois, no dia 14 deste mês, a EDP comunicava à CMVM que a agência de *rating* Moody's manteria o *rating* da empresa em Ba1 e o seu "outlook" negativo, o que causara desconforto nos seus investidores. Adicionalmente, no mesmo dia, a EDP organizava o "Dia do Investidor", no qual anunciou a decisão de reduzir o nível de investimento para os próximos anos. No dia 26 deste mês, a EDP voltou a verificar perdas que ultrapassaram a estimativa do *VaR*, no dia em que a empresa descontou o dividendo pago aos seus acionistas.

No dia 1 de julho, a EDP verificou perdas superiores ao *VaR*, tendo sido anunciado que a Galp e a Gold Energy tinham vencido o segundo leilão de energia da DECO, nas modalidades “tarifários simples de eletricidade” e “ofertas combinadas de eletricidade e gás natural”. Este leilão pode ter reduzido a confiança dos investidores na elétrica, uma vez que as suas concorrentes lhe conquistaram terreno no seu mercado. Nos dias 7 e 8 deste mês, foi a vez da Galp verificar uma desvalorização da sua cotação, depois de ter anunciado que iria emitir dívida no valor de 500 milhões de euros a 6,5 anos, pagando juros de 3,125%. Também a EDP sofreu perdas, por sua vez no dia 9, no dia depois da imprensa noticiar que a Procuradoria Geral da República (PGR) se encontrava a ouvir testemunhas na investigação às rendas da EDP. O facto de a empresa ser alvo de investigações por parte da PGR gerou desconfiança nos investidores, que procuraram vender os títulos da empresa. Ainda no mês de julho, foram verificadas as desvalorizações da EDP Renováveis, nos dias 10 e 30. No primeiro dia, não existiram notícias relevantes sobre da empresa de energias limpas. Pelo contrário, no dia 30, a empresa sofreu perdas depois de ter anunciado os resultados do primeiro semestre de 2014. Neste anúncio pode ser visto que os lucros da empresa diminuíram 32% relativamente ao período homólogo do ano anterior.

Em agosto, a bolsa portuguesa foi afetada pelo caso BES, num mês em que o governador do Banco de Portugal anunciou o modelo de recapitalização do banco português, pressionando os investidores internacionais a vender os títulos das cotadas portuguesas. Na semana do anúncio, o grupo EDP viu as suas duas empresas cotadas sofrer perdas num nível superior ao do *VaR*.

No dia 12 de setembro, as ações da EDP desvalorizaram num valor que ultrapassou o *VaR*. Esta desvalorização é explicada por duas razões distintas: por um lado, o anúncio de que a empresa iria emitir 1.000 milhões de euros de dívida a 7,5 anos; por outro lado, a batalha judicial em que a empresa estava prestes ingressar contra o governo espanhol, com o intuito de contestar os cortes nas receitas dos produtores de energia, no seguimento da reforma do

mercado energético levada a cabo pelo governo espanhol, iniciada em julho de 2013. Também a Galp sofreu perdas nos seus títulos neste mês, no dia 15, devido ao abrandamento dos dados da produção industrial chinesa. Sendo a China o segundo maior consumidor de Brent a nível global, as expectativas de que a sua economia pudesse abrandar, fizeram com que os preços do petróleo descessem, afetando os títulos da petrolífera portuguesa.

O mês de outubro penalizou bastante o setor energético português. No dia 2, Mário Draghi, presidente do Banco Central Europeu (BCE), anunciou o programa de compra de dívida titularizada do BCE, que deixou os analistas e investidores desapontados, pois esperavam que o nível de intervenção da instituição fosse superior ao anunciado. No seguimento deste anúncio, a EDP e a EDP Renováveis sofreram perdas que ultrapassaram o *VaR* estimado. A Galp, também no dia 2, verificou um decréscimo do valor da sua cotação superior ao *VaR*, contudo, este é devido ao facto do petróleo ter sido negociado a preços mínimos desde o ano 2013. A descida dos preços do petróleo prende-se com a expectativa do mercado de que a produção dos Estados Unidos da América seja suficiente para colmatar a procura existente. No dia 10, a REN viu as suas ações desvalorizar, ultrapassando os valores estimados para o *VaR*. Não existiram notícias significantes sobre a elétrica, pelo que se interpreta que a desvalorização se deveu aos receios do abrandamento da economia global e dos baixos níveis de inflação, algo que foi exposto como preocupação no relatório do FMI “Fiscal Monitor”, tendo o organismo afirmado que, nestas condições, havia riscos para as economias dos países desenvolvidos, relativamente à sua consolidação orçamental. Por fim, os dias 15 e 16 constituíram dois dos dias mais negros do PSI 20 em 2014, tendo o índice atingido menos 25% do valor com que tinha iniciado o ano. O receio do abrandamento da economia global foi a principal razão para este facto que afetou fortemente a Galp e a EDP Renováveis, tendo estas empresas verificado perdas que ultrapassam o *VaR* estimado. No caso da REN, a sua desvalorização deveu-se à proposta de regulação da ERSE que previu um corte significativo nas taxas remuneratórias das atividades reguladas.

Em novembro, apenas a Galp sofreu perdas superiores ao *VaR*. No dia 4, a empresa foi atingida pela negociação do petróleo a preços mínimos desde outubro de 2011, consequência da alteração da política comercial deste bem por parte da Arábia Saudita. No dia 27 do mesmo mês, a imprensa anunciava que a Galp poderia sofrer perdas de milhões de euros no seguimento do cancelamento, por parte da Petrobras, do contrato que previa o fabrico de componentes para plataformas petrolíferas. A Galp fazia parte do consórcio, com a Petrobras, e foi negativamente impactada por tal decisão. Adicionalmente, no mesmo dia e no seguinte, a empresa foi novamente afetada pela baixa nos preços do petróleo, que verificaram mínimos de quatro anos, em vésperas de reunião da OPEP. Tendo em conta os preços baixos do petróleo, os investidores ambicionavam que houvesse um acordo na reunião da organização para baixar a sua produção, contudo, a Arábia Saudita afirmava que não havia necessidade para tal, gerando instabilidade nos mercados expostos a esta matéria-prima.

Em dezembro, a crise dos preços do petróleo continuava e este atingiu mínimos de 5 anos, no dia 10. Tal facto atingiu as empresas do energéticas portuguesas, nomeadamente a REN e a EDP, que viram o seu valor em bolsa descer abaixo da estimativa para o *VaR*, nos dias 9 e 10, respetivamente. Para fechar o ano 2014, a REN voltou a verificar decréscimos superiores ao *VaR*, no dia 15, dois dias depois de ter sido noticiada a possibilidade de o seu novo presidente executivo vir a ser Rodrigo Costa.

5.3. Período entre 01/01/2015 e 31/12/2015

O contexto económico global vivido no início de 2015 afetava negativamente as cotações bolsistas por todo o mundo. Primeiramente, os preços do petróleo continuavam a tendência decrescente que vinham a verificar desde o final do ano anterior. Para além disso, a instabilidade política na Grécia agravava-se, com a imprensa a noticiar a possibilidade de o país abandonar a Zona Euro. Este conjunto de fatores levou a que, no dia 5 de janeiro, as empresas Galp e EDP Renováveis sofressem perdas superiores ao

valor estimado do *VaR*. Ainda no mês do janeiro, dia 30, a EDP também sofreu perdas significativas, resultado da decisão, por parte da José de Mello, de vender a totalidade da sua participação no capital social da elétrica por 249 milhões de euros.

Em março, a Galp voltou a registar perdas superiores à estimativa do *VaR* na sua cotação em bolsa. A contribuir para a desvalorização dos seus ativos esteve o anúncio, feito pela empresa, de novas previsões para o nível de investimento. Segundo noticiado, houve uma redução nas verbas para o investimento na ordem dos 20%, passando a situar-se entre 1,2 e 1,4 milhões de euros, face ao intervalo de 1,3 e 1,5 milhões de euros no qual se situava anteriormente. Este abrandamento foi justificado pelo o contexto vivido à data de queda dos preços do petróleo, e também pelo escândalo de corrupção em que a Petrobras estaria alegadamente envolvida, que afetou o normal funcionamento do setor energético no Brasil, tendo levado à falência de empresas prestadoras de serviços à Petrobras.

No dia 16 de abril, a EDP Renováveis viu o valor dos seus ativos decrescer num nível que ultrapassou os valores estimados para o *VaR*, num dia em que não existiram notícias de relevo sobre a empresa de energias limpas.

Na primeira metade do mês de maio, foram verificadas perdas significativas no valor dos ativos das empresas cotadas no PSI 20. A contribuir para tal comportamento estiveram a situação política vivida na Grécia, bem como as eleições do Reino Unido. No dia 5, o ministro das finanças grego à data, Yanis Varoufakis, admitiu que não esperava que o Eurogrupo viesse a chegar a um acordo na reunião que viria a realizar-se na semana seguinte, sobre as medidas a tomar pelo governo grego em troca de ajuda financeira. A perspetiva de agravamento da crise grega gerou perdas no índice bolsista português, nomeadamente na EDP, que registou um decréscimo no valor das suas ações superior ao *VaR*. No dia 6, também a Galp verificou uma queda significativa, num dia em que a tendência evolutiva dos preços do petróleo nos

mercados internacionais foi decrescente. Por último, as empresas REN e EDP registariam novamente perdas no seu valor, nos dias 11 e 12, respetivamente, nos quais se encontravam a negociar sem direito ao dividendo de 2014. No dia 11, a REN assumia a sua maior perda no período em estudo, sofrendo perdas de 7,33% contra um *VaR* estimado de 3,91%, obtido através do modelo GJR-GARCH usando uma distribuição T-Student.

No dia 29 de junho, as cotações em bolsa das duas empresas do grupo EDP desvalorizaram e ultrapassaram o valor estimado do *VaR*. A contribuir para esta desvalorização esteve, mais uma vez, a situação política grega, num dia em que o governo grego fechou o sistema bancário e decretou controlo da transação de capitais, no seguimento da decisão do BCE de não reforçar a linha de financiamento aos bancos gregos.

No mês de julho, apenas uma empresa viu as suas ações desvalorizarem mais do que o *VaR* estimado, tendo sido a EDP. Contudo, a energética viu tais acontecimentos ocorrer duas vezes, nos dias 6 e 31 deste mês. No dia 6, a desvalorização foi devida aos resultados do referendo grego efetuado no dia anterior, no qual 61% da população grega escolheu não aceitar as propostas dos credores, criando um enorme desconforto nos investidores europeus. Quanto à desvalorização de dia 31, veio na sequência da apresentação dos resultados da empresa para o primeiro semestre do ano 2015, nos quais foi verificada uma queda dos lucros de 7% em relação ao período homólogo do ano anterior.

O mês de agosto foi marcado pelo contexto de abrandamento da economia global que se vivia à data. No dia 7, a EDP Renováveis viu a sua cotação desvalorizar em níveis superiores aos do *VaR*, num dia em que foi anunciada a queda da produção industrial alemã, notícia que contrariou as expectativas dos investidores nacionais e internacionais. Nos dias 21 e 24 deste mês, todas as empresas do setor energético verificaram perdas significativas, resultantes da queda dos valores da atividade industrial chinesa para mínimos de 6 anos. No caso da Galp, no dia 24, foi o dia da amostra em que o preço

das ações da empresa mais desvalorizaram, verificando perdas na ordem dos 8,30%, que contrastam com um *VaR* estimado de 4,94% usando o modelo EGARCH com distribuição *Skewed T-Student*.

No mês de outubro realizaram-se as eleições legislativas portuguesas, o que gerou imensas expectativas nos mercados financeiros. Os seus resultados promoveram a instabilidade política, uma vez que a coligação entre o PSD e o CDS-PP não conseguiu formar governo, por não ter obtido maioria absoluta. No dia 12, a EDP Renováveis sofreu perdas que ultrapassaram o *VaR* estimado, num dia em que se discutia a possibilidade de formação de um governo liderado pelo PS e sustentado pelo apoio político dos partidos de esquerda, nomeadamente o Bloco de Esquerda, o PCP e os Verdes.

No dia 5 de novembro, o Novo Banco concluiu a venda de 5% do capital social da REN em nome da Oliren. A operação foi concluída por 2,62 euros por ação, representando um desconto de 5,68% face aos 2,783 euros que as ações da empresa valiam no último fecho. Este acontecimento levou a uma forte queda das ações da energética. No dia 9 do mesmo mês, dia em que António Costa, secretário geral do PS, formalizou a moção de rejeição ao governo minoritário de coligação do PSD e CDS-PP, as empresas EDP e EDP Renováveis registaram perdas superiores à estimativa do *VaR*. Ainda no mês de novembro, no dia 12, a Galp verificou um decréscimo superior ao estimado pela *VaR* na sua cotação em bolsa, num dia em que foi revelado o relatório mensal da OPEP. O relatório do grupo apresentava uma queda na produção de petróleo no mês de outubro. Adicionalmente, a contribuir para o desconforto dos investidores da petrolífera, esteve a previsão da Agência Internacional de Energia (AIE), que anunciou que o petróleo não deveria voltar a atingir os 100 dólares por barril antes do ano 2020. Por último, a Galp voltaria a verificar perdas superiores ao valor estimado do *VaR* no dia 10 deste mês, quando foi noticiado que a Eni saiu definitivamente do capital social da petrolífera.

5.4. Período entre 01/01/2016 e 31/12/2016

O ano de 2016 iniciou com os índices bolsistas europeus a verificarem o seu pior arranque de sempre. No dia 4 de janeiro, a EDP viu a sua cotação em bolsa decrescer mais que a estimativa para o *VaR*. A contribuir para tal decréscimo esteve a forte desvalorização das ações chinesas, que culminaram na suspensão das negociações. Estando a EDP fortemente exposta ao mercado chinês, dado que a CTG era o seu principal acionista, a desvalorização da elétrica era expectável. Ainda no mês de janeiro, entre os dias 18 e 20, viveu-se um momento difícil nos mercados financeiros de todo o mundo. O contexto vivido era de novos mínimos históricos para o preço do petróleo, devido ao levantamento das sanções ao Irão, o que implicava que este país pudesse começar a comercializar este bem, aumentando a sua oferta. Por outro lado, o abrandamento da economia chinesa, que apresentava o menor crescimento anual desde 1990 em 2015, também gerou desconforto nos investidores. Estes acontecimentos levaram a que as empresas portuguesas expostas a economias dependentes do petróleo, bem como à economia chinesa, sofressem perdas volumosas. No dia 18, a cotação da EDP Renováveis desvalorizou num nível que ultrapassou a estimativa do *VaR* e, no dia 20, foi a vez das empresas Galp e REN.

No dia 11 de fevereiro os mercados mundiais foram penalizados pelo contexto económico global. Os preços do petróleo continuavam a verificar uma tendência de decrescente; a presidente da Reserva Federal dos EUA admitia que as condições financeiras dos mercados mundiais eram desfavoráveis ao crescimento económico; e ainda, os lucros de um dos maiores bancos europeus, o francês Société Générale, ficaram abaixo do previsto. Todos estes acontecimentos contribuíram para a cotação das energéticas nacionais desvalorizar mais do que o esperado. No mesmo dia, as empresas EDP, Galp e EDP Renováveis sofreram perdas que ultrapassaram o *VaR*.

A 7 de março, a EDP registou perdas na sua cotação em bolsa, num dia em que o banco francês Société Générale cortou a avaliação da elétrica em 19% e recomendava aos seus investidores “vender” as suas ações.

No mês de abril, apenas uma empresa verificou perdas superiores ao *VaR* no preço dos seus ativos. Esta empresa foi a REN, tendo acontecido em três ocasiões diferentes. A primeira foi no dia 7, dia em que a empresa comunicou à CMVM que a Gestmin teria procedido à venda de parte do capital social da energética, passando a deter menos de 5%. Posteriormente, no dia 18, a empresa voltou a verificar decréscimos no seu valor, no seguimento da proposta da Entidade Reguladora de Serviços Energéticos (ERSE) de descer as tarifas do gás natural pagas pelos consumidores, passando a elétrica a suportar estes custos. Esta proposta veio no seguimento da tendência decrescente que se vinha a verificar nos preços do petróleo e noutras matérias-primas. Por fim, no dia 28, a REN viu a sua cotação cair por estar a negociar sem direito ao dividendo referente ao ano de 2015.

No dia 9 de maio, a Galp sofreu uma desvalorização da sua cotação para valores inferiores ao *VaR*, acompanhando a tendência do preço do petróleo verificada no mesmo dia. Adicionalmente, foi noticiado que as novas descobertas de petróleo no ano de 2015 foram as menores desde o ano 1954, o que gerou desconforto aos investidores expostos a este mercado devido ao excesso de oferta. Ainda no mês de maio, desta vez no dia 16, foi a EDP a verificar uma desvalorização, no dia em que a elétrica negociava sem direito ao dividendo do ano 2015.

O mês de junho foi marcado pelo referendo do Reino Unido, no qual o povo britânico foi consultado relativamente a uma eventual saída da União Europeia (Brexit). Ao longo do todo o mês, os índices bolsistas de todo o mundo sofreram quedas significativas nas suas cotações, sendo que o PSI 20 não foi exceção. A expectativa em relação ao resultado do referendo começou a penalizar as energéticas no dia 10 deste mês, tendo a EDP visto o preço das suas ações desvalorizar significativamente. No dia 14, o mesmo acontecimento

veio a repetir-se. Após ter sido efetuado o referendo, no dia 24 de junho, as empresas EDP, Galp e REN sofreram perdas de grande volume. Em particular, a EDP sofre a maior perda de valor do período em estudo, verificando uma desvalorização no preço das suas ações de 11,29%, valor superior ao *VaR* estimado máximo de 4,87%, calculado através do modelo IGARCH com distribuição *Skewed T-Student*. Por último, a Galp viu o preço das suas ações desvalorizar em níveis superiores ao *VaR* no dia 27.

No dia 9 de setembro, as cotações da EDP desvalorizaram mais do que o valor do *VaR*. A contribuir para esta descida estiveram as declarações de Mário Draghi, que anunciou que apesar das perspetivas de o crescimento económico serem inferiores ao esperado, o BCE não iria reforçar ou alterar o programa de compra de ativos. No dia 13, a Galp viu o seu valor em bolsa decrescer, no seguimento das previsões da OPEP para a produção de petróleo dos países fora do cartel, relativas ao ano 2017, e das previsões da AIE relativas ao consumo de petróleo para o mesmo ano. Por um lado, a OPEP estimava que a produção de petróleo para aqueles países viria a aumentar, aumentando a oferta deste bem; por outro lado, a AIE previa uma quebra no consumo devido ao abrandamento do crescimento económico em países consumidores de petróleo, como a China. No dia 16, a empresa Amorim Energia vende 5% do capital social da Galp, levando a empresa a registar perdas superiores à estimativa do *VaR*.

No dia 5 de outubro, foi a vez da REN ver o valor das suas ações descer mais que o *VaR*. Esta descida vem na sequência do comunicado feito pelo Great-West Lifeco de que teria adquirido 2,056% do capital social da elétrica.

O mês de novembro foi marcado pelas eleições presidenciais dos EUA. O candidato republicano, Donald Trump, vinha incendiando a imprensa estadunidense com as suas declarações controversas, o que criou bastante desconforto nos investidores internacionais. Um dos temas que gerou mais controvérsia foram as suas fortes opiniões contra as energias renováveis. No

dia 2 desse mês, os resultados das sondagens eram de vitória de Trump, o que fez com que a EDP Renováveis visse a sua cotação em bolsa desvalorizar significativamente. No dia da sua vitória e no dia seguinte, a empresa de energias limpas voltou a registar perdas no seu capital social. Para além da EDP Renováveis, também a EDP e a Galp foram atingidas pelas eleições nos Estados Unidos, nos dias 10 e 11, respetivamente.

5.5. Período entre 01/01/2017 e 13/06/2017

Em janeiro de 2017, apenas a Galp registou perdas no valor das suas ações superiores ao *VaR* estimado, acontecendo no dia 30 deste mês. Foi nesse dia noticiado que, apesar dos esforços levados a cabo pela OPEP, os preços do petróleo se encontravam a cair devido ao aumento da produção por parte dos EUA. Para além disto, também foi noticiado que o movimento Algarve Livre de Petróleo pediu reunião urgente contra o furo em Aljezur.

No dia 3 de março, a EDP sofreu uma desvalorização no valor dos seus ativos, um dia após apresentação dos resultados referentes a 2016. Apesar dos lucros da elétrica terem subido na ordem dos 5%, tal aumento foi devido ao pagamento de menos impostos, o que não satisfez os investidores da empresa. No dia 9, foi a vez da Galp ver os preços das suas ações desvalorizar, devendo-se à descida dos preços do petróleo que atingiram valores mínimos de 3 meses.

No dia 10 de abril, a REN voltou a registar perdas que ultrapassaram o valor do *VaR*. Estas vieram na sequência da aquisição da empresa EDP Gás Distribuição, comunicada à CMVM no dia 7 do mesmo mês. No dia 27 de abril, no seguimento da notícia de que a Líbia tinha reaberto o seu maior campo petrolífero, que faria aumentar a oferta deste bem, a Galp voltou a registar perdas no valor dos seus ativos maiores que as estimativas para o *VaR*.

No dia 15 de maio, a EDP negociava sem direito ao dividendo do ano 2016, pelo que a elétrica registou perdas superiores ao valor do *VaR*. No dia 17 do mesmo mês, foi a vez da Galp ver as suas ações em bolsa desvalorizarem,

afetadas pela situação política vivida no Brasil. A imprensa noticiava a existência de gravações que, alegadamente, provavam que o presidente brasileiro Michel Temer estava envolvido em subornos. Adicionalmente, a Galp anunciava a entrada em produção de um navio-plataforma no Brasil, parte de um consórcio liderado pela Petrobras. Os investidores não se sentiram confortáveis devido à tensão política vivida no Brasil. No final do mês de maio, no dia 29, a REN negociava sem direito ao dividendo de 2016, o levou a que as suas ações em bolsa registassem perdas superiores à estimativa do *VaR*.

6. Conclusões

As conclusões deste estudo, expostas nesta secção, foram identificadas recorrendo a uma análise detalhada dos resultados empíricos apresentados. Em primeiro lugar, as notícias que provocaram perdas nas energéticas foram categorizadas para determinar qual o peso de cada categoria na perda de valor de tais ativos. De seguida, apresenta-se um quadro que identifica quais os dias que tiveram mais de duas empresas a sofrerem desvalorizações superiores ao *VaR*. Por último, são identificadas as notícias que mais afetaram negativamente cada uma das empresas em análise.

Pela análise da Tabela IV, presente em anexo, é possível retirar diversas conclusões. Em primeiro lugar, observando a coluna dos totais, conclui-se que as categorias de notícias que mais contribuem para a desvalorização das ações das empresas energéticas são a Macroeconomia (30,17%), notícias relacionadas com a Empresa e Estrutura Acionista (26,72%) e o Contexto Político e Social (23,28%) vivido à data. Subdividiram-se estas categorias entre notícias de âmbito Nacional e Internacional. Desta forma, tem-se que a categoria mais importante é a Macroeconomia em contexto Internacional, com um peso de 29,31%, facto que se deve, em grande parte, às oscilações nos preços do petróleo nos mercados mundiais. De seguida, a categoria Empresa e Estrutura Acionista em contexto Nacional apresenta um peso de 25,86% do total das desvalorizações. Nesta categoria são incluídas notícias relativas à venda de capital social por parte de acionistas institucionais

da empresa, bem como anúncios de resultados e outros relacionados com a empresa. Por último, a categoria Contexto Social e Político em contexto Internacional, com um peso de 16,38%, tem um papel importante na explicação das desvalorizações. Neste caso incluem-se acontecimentos como o Brexit e a tensão política vivida no período em análise na Grécia, por exemplo.

A Tabela V, em anexo, apresenta os dias nos quais três ou mais empresas verificaram desvalorizações nos seus retornos em simultâneo. A primeira vez em que tal aconteceu foi 3 de julho de 2013, quando o então ministro dos Negócios Estrangeiros, Paulo Portas, apresentou a sua demissão, o que fez com que a EDP, a REN e a EDP Renováveis verificassem perdas bastante significativas. De seguida, no dia 2 de outubro de 2014, as empresas EDP, Galp e EDP Renováveis verificaram perdas superiores ao *VaR*. Neste caso as desvalorizações tiveram origem em dois acontecimentos diferentes. Por um lado, temos o anúncio por parte do BCE do programa de compra de dívida titularizada, que ficou aquém das expectativas dos investidores. Por outro lado, os preços do petróleo negociaram a menos de 90 dólares por barril pela primeira vez em 17 meses. A única data em que todas as empresas viram os seus retornos decrescer com valores superiores ao *VaR* foi 24 de agosto de 2015, quando foi noticiado que os níveis de atividade industrial da China atingiam mínimos de 6 anos. No dia 11 de fevereiro de 2016, a EDP, Galp e EDP Renováveis foram afetadas pela notícia de que os lucros da Société Générale ficaram abaixo do esperado. Por último, no dia 24 de junho de 2016, após terem sido conhecidos os resultados do referendo do Brexit, a EDP, Galp e REN viram os seus retornos desvalorizar em níveis superiores ao *VaR*.

Para concluir, a observação da Tabela VI, presente em anexo, permite identificar quais os eventos que afetaram mais negativamente cada uma das empresas energéticas estudadas, selecionando os eventos que tiveram mais impacto nas mesmas e agregando os restantes em Outros. Relativamente à EDP, o evento que provocou mais desvalorizações nos seus retornos foi o desconto dos dividendos pagos aos acionistas, com um peso de 4,31%. Sabe-se que estas desvalorizações não são reais, pois não correspondem a uma

perda de valor real, mas sim a um ajuste pelo facto de a empresa ter pago dividendos. Por outro lado, as notícias relativas a um contexto de abrandamento da economia mundial constituíram uma fonte importante de desvalorizações, assumindo um peso de 3,45%. No caso da Galp, a sua exposição a alterações relacionadas com o petróleo assume o lugar cimeiro nos eventos impactantes do valor dos retornos, verificando um peso de 12,07%. As notícias relativas ao abrandamento da economia mundial tiveram um peso de 4,31%, sendo também um dos fatores que mais influenciou a empresa. Quanto à REN, pode verificar-se que o desconto dos dividendos pagos aos acionistas constitui a maior fonte de desvalorizações da empresa, com um valor de 4,31%. As alterações na estrutura acionista ocupam o lugar de segunda maior fonte de desvalorizações, com um peso de 2,59%, onde se inclui vendas de capital social por parte de acionistas institucionais. Por último, no que toca à EDP Renováveis, conclui-se que o tipo de notícias que mais originou desvalorizações dos retornos superiores ao *VaR* foi, com um peso de 5,17%, o abrandamento da economia mundial. Os eventos relativos às eleições presidenciais americanas em 2016, nas quais foi eleito Donald Trump, e a reforma do governo espanhol no que toca às remunerações pagas às energéticas e eólicas, tiveram um peso de 2,59% cada, pelo que foram também significativos para explicar as desvalorizações da empresa de energias limpas.

Importa ainda referir, com base na análise da Tabela VI, que as empresas que verificaram mais desvalorizações dos retornos superiores ao valor estimado do *VaR* foram a EDP e a Galp, com pesos de dias em que o *VaR* foi ultrapassado pelos retornos de 32,75% e 27,59%, respetivamente. Este facto é explicado por estas empresas estarem mais expostas ao mercado internacional. Por exemplo, a EDP, sendo a sua principal acionista a gigante chinesa CTG, tem um nível de exposição ao mercado chinês muito significativo. Quanto à Galp, o facto de o valor desta empresa depender dos preços do petróleo também faz com que seja bastante exposta ao contexto económico vivido à data. Para as empresas REN e EDP Renováveis não foram encontrados eventos com pesos significativos que permitam retirar conclusões assertivas sobre as mesmas.

Bibliografia

Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The journal of finance*, 48(5), 1779-1801.

Jorion, P. (2006). *Value at Risk the New Benchmark for Managing Financial Risk*, 3^o Ed. Estados Unidos da América: The McGraw-Hill Companies, Inc

Nelson, D. (1991). *Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach*, 1^o Ed. Estados Unidos da América: The Econometric Society

Nicolau, J. (2012). *Modelação de Séries Temporais Financeiras*, Ed. Portugal: Almedina

Su, C. (2010). *Application of EGARCH Model to Estimate Financial Volatility of Daily Returns: The Empirical Case of China*. Suécia: University of Gothenburg. Tese de Mestrado.

Tsay, R. (2005). *Analysis of Financial Time Series*, 2^a Edição, Estados Unidos da América: John Wiley & Sons, Inc

Tsay, R. (2013). *An Introduction to analysis of financial data with R*, 1^a Edição, Estados Unidos da América: John Wiley & Sons, Inc

A. Anexos

A.1. Figuras

Figura I – Gráficos das séries dos retornos das empresas do setor energético, para o período em estudo

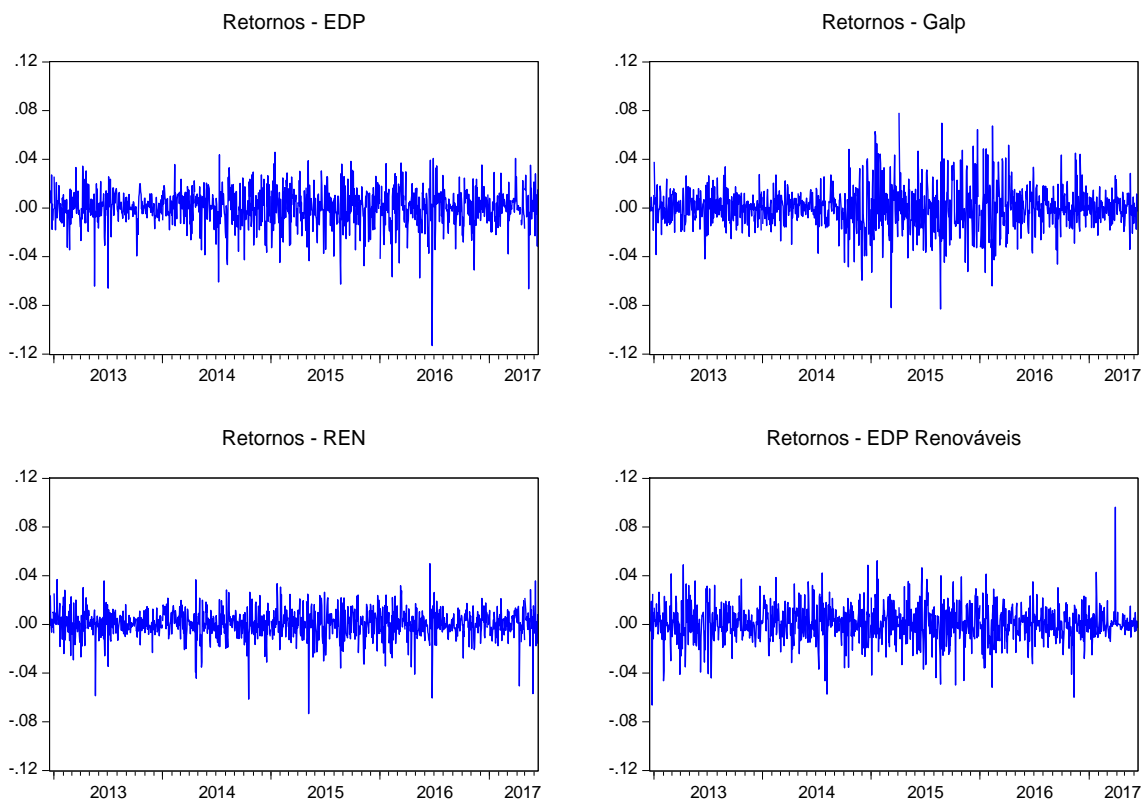


Figura II - Estatística Jarque-Bera e valor-p da empresa EDP

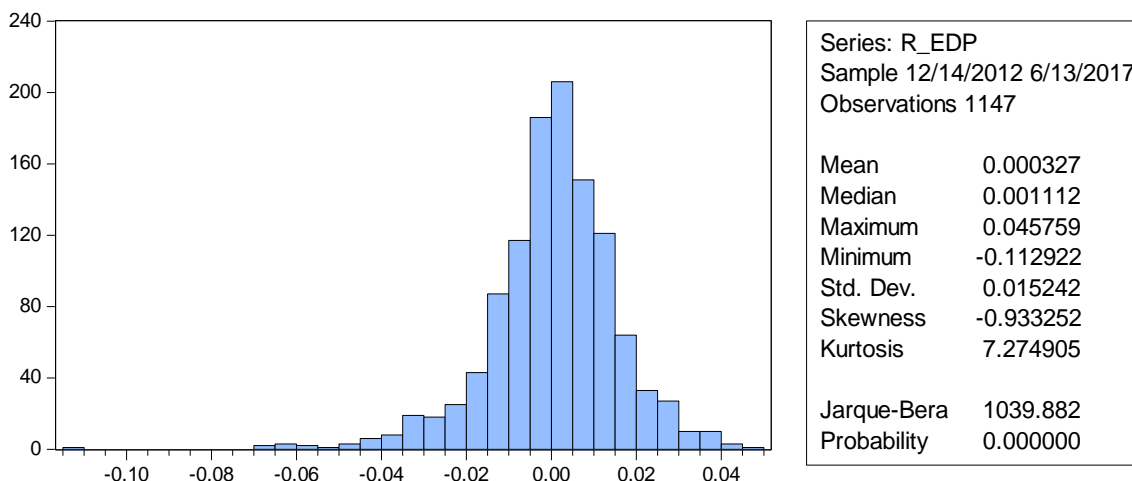


Figura III - Estatística Jarque-Bera e valor-p da empresa Galp

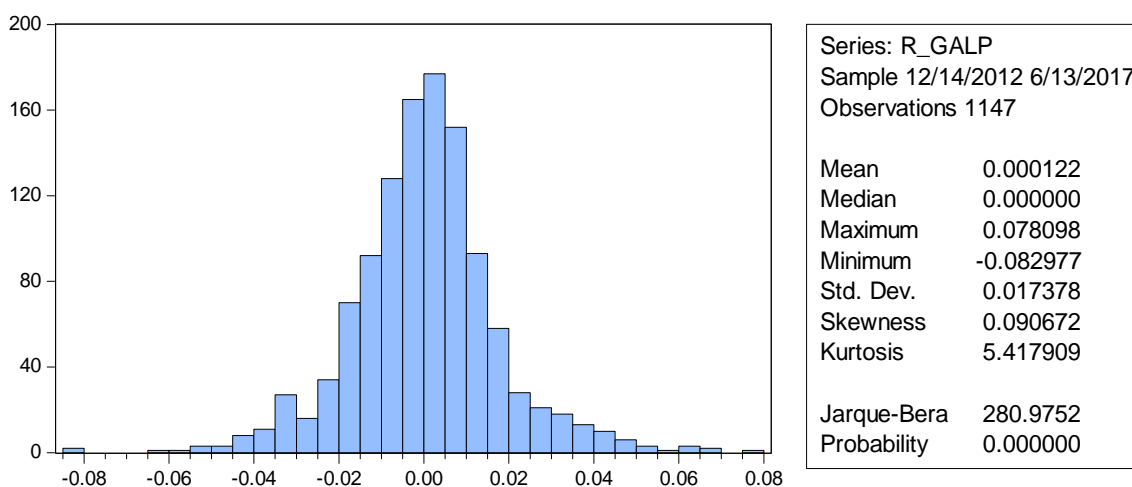


Figura IV - Estatística Jarque-Bera e valor-p da empresa REN

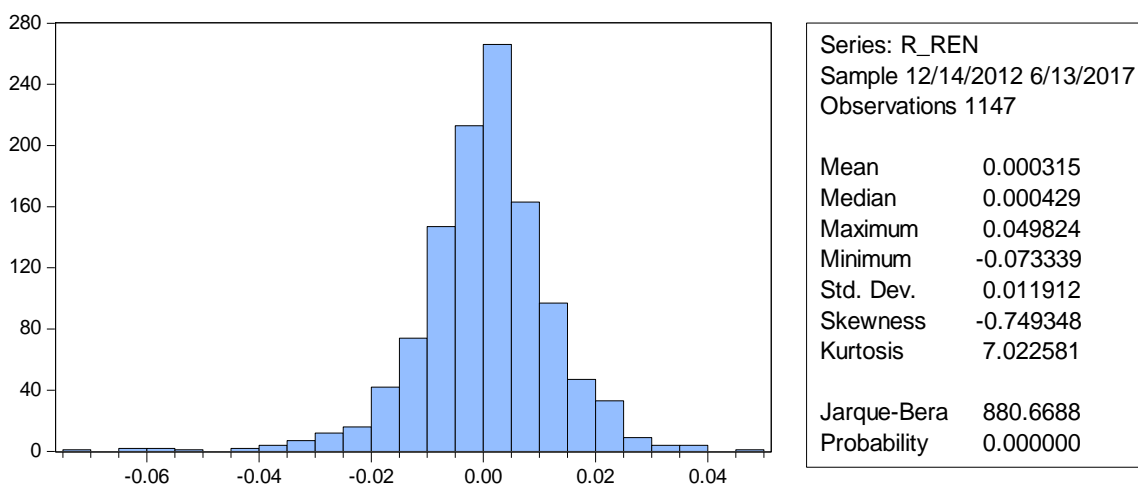


Figura V - Estatística Jarque-Bera e valor-p da empresa EDP Renováveis

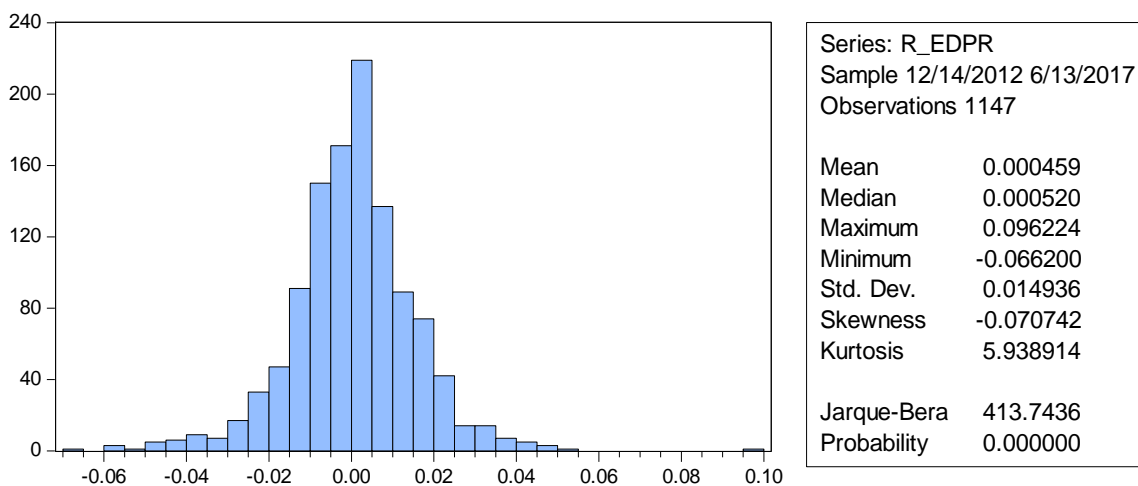


Figura VI - Programa desenvolvido para obter os valores críticos da distribuição T-Student – exemplo EDP

```

C:\Users\Eduardo\Desktop\Tese\program_t_dist.R - R Editor

### programa para cálculo dos valores críticos da distribuição t
table = read.csv("EDP-sGARCH-std-1000-1.txt") # ler o ficheiro txt separado por vírgulas
data.frame(table$shape)

# Loop
  for ( i in data.frame(table$shape))
    critical_values <- qt(c(0.05),i)

write.csv(critical_values, file = "edp_sgarch_t.csv")

```

Figura VII - Programa desenvolvido para obter os valores críticos da distribuição *Skewed* T-Student – exemplo EDP

```

C:\Users\Eduardo\Desktop\Tese\program_skt_dist.R - R Editor

### programa para cálculo dos valores críticos da distribuição t skewed
table = read.csv("EDP-sGARCH-sstd-1000-1.txt") # ler o ficheiro txt separado por vírgulas
data.frame(table$shape)
data.frame(table$skew)

# Loop
a <- table$shape
b <- table$skew

critical_values <- numeric(length=length(a))

for (i in seq_along(a)){
critical_values[i] <- qskt(0.05,a[i],b[i])
}

write.csv(critical_values, file = "edp_sgarch_skt.csv")

```

Figura VIII - Programa desenvolvido para obter os valores críticos da distribuição *Skewed* Normal – exemplo EDP

```

C:\Users\Eduardo\Desktop\Tese\program_snorm_dist - R Editor

### programa para cálculo dos valores críticos da distribuição Normal skewed
table = read.csv("EDP-sGARCH-snorm-1000-1.txt") # ler o ficheiro txt separado por vírgulas

# Loop
  for ( i in data.frame(table$skew))
    critical_values <- qsn(c(0.05), 0, 1,i)

write.csv(critical_values, file = "edp_sgarch_snorm.csv")

```

Figura IX - Programa desenvolvido para obter os valores críticos da distribuição GED – exemplo EDP

```
C:\Users\Eduardo\Desktop\Tese\program_ged_dist.R - R Editor

### programa para cálculo dos valores críticos da distribuição GED

table = read.csv("EDP-sGARCH-ged-1000-1.txt") # ler o ficheiro txt separado por vírgulas
data.frame(table$shape)

# Loop
a <- table$shape

  for ( i in data.frame(table$shape))
    critical_values <- qged(c(0.05),0,1,nu = i)

write.csv(critical_values, file = "edp_sgarch_ged.csv")|
```

Figura X - Programa desenvolvido para obter os valores críticos da distribuição *Skewed* GED – exemplo EDP

```
C:\Users\Eduardo\Desktop\Tese\program_sged_dist - R Editor

### programa para cálculo dos valores críticos da distribuição GED skewed

table = read.csv("EDP-sGARCH-sged-1000-1.txt") # ler o ficheiro txt separado por vírgulas
data.frame(table$shape)
data.frame(table$skew)

# Loop
a <- table$shape
b <- table$skew

critical_values <- numeric(length=length(a))

for (i in seq_along(a)) {

critical_values[i] <- qsged(0.05,0,1,a[i],b[i])

}

write.csv(critical_values, file = "edp_sgarch_sged.csv")|
```

Figura XI - Gráficos das séries dos retornos da EDP, para o período em estudo, e *VaR* estimado segundo os modelos da classe GARCH

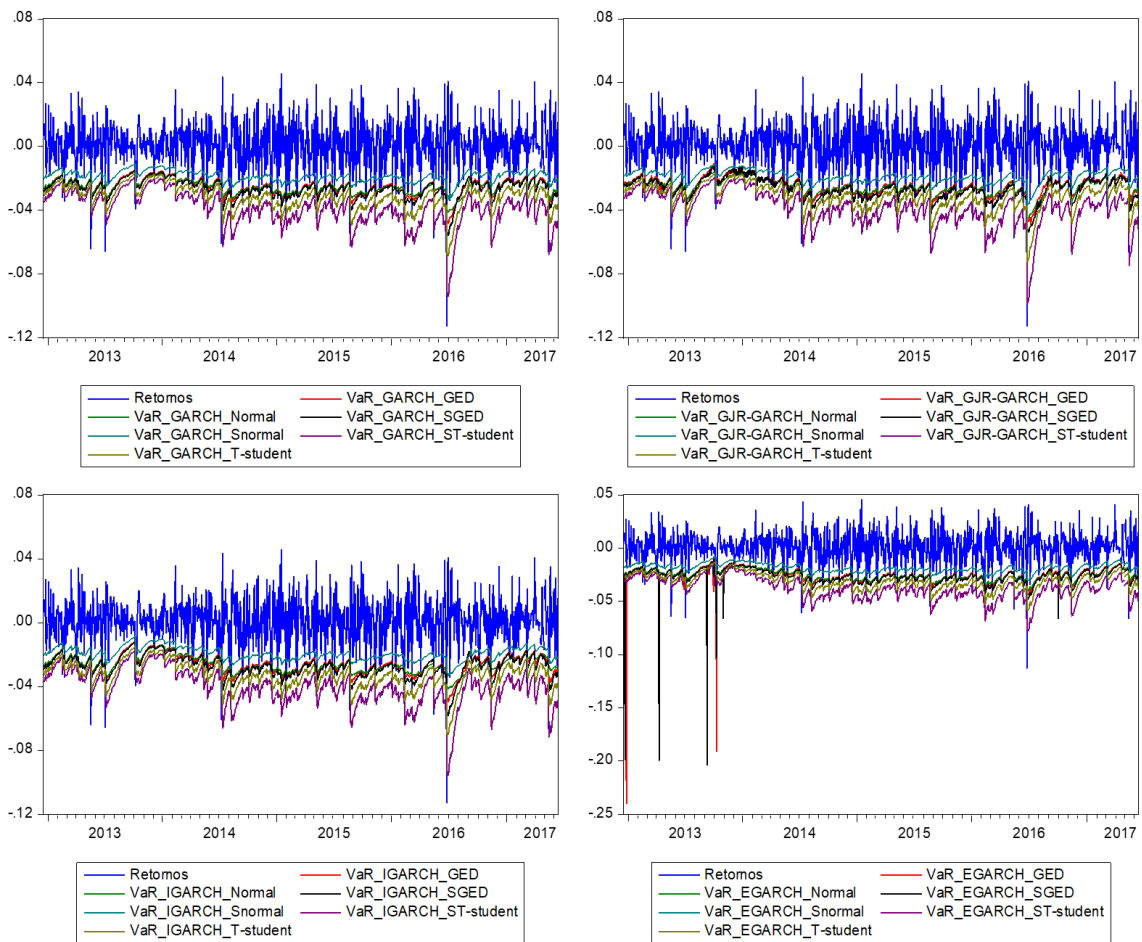


Figura XII - Gráfico da série do retorno da EDP, para o período em estudo, e *VaR* estimado segundo o modelo *RiskMetrics*

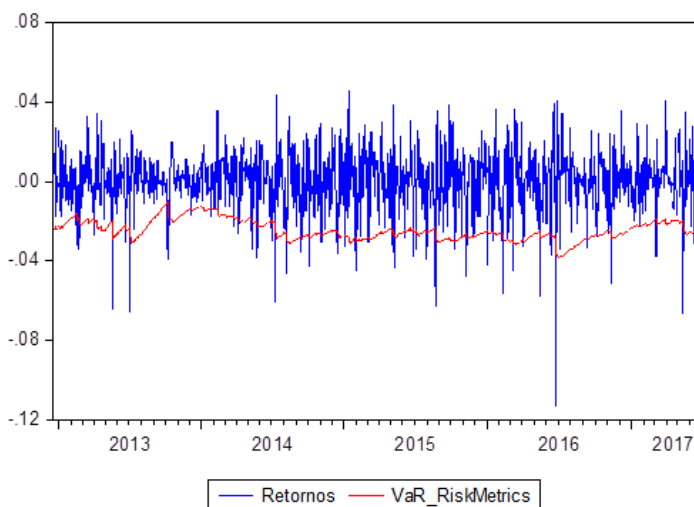


Figura XIII - Gráficos das séries dos retornos da Galp, para o período em estudo, e *VaR* estimado segundo os modelos da classe GARCH

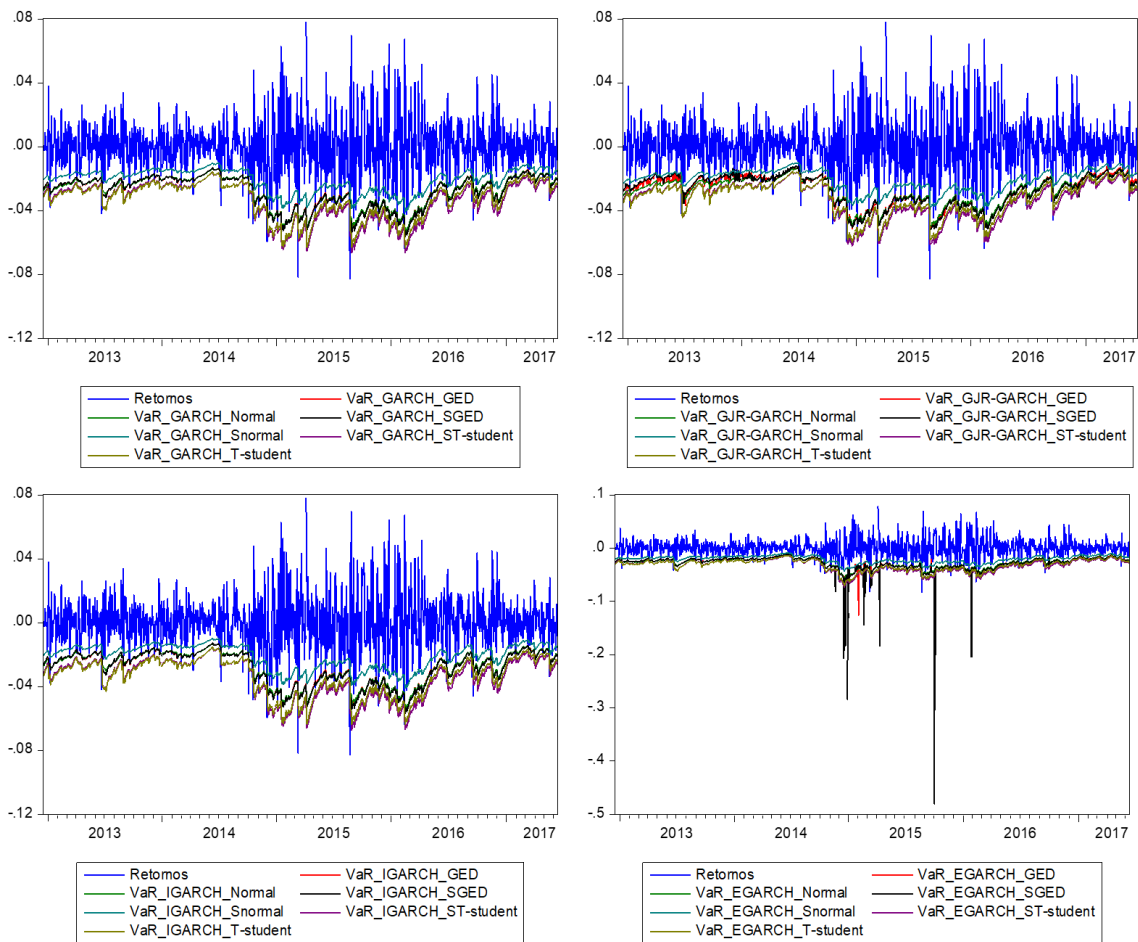


Figura XIV - Gráfico da série do retorno da Galp, para o período em estudo, e *VaR* estimado segundo o modelo *RiskMetrics*

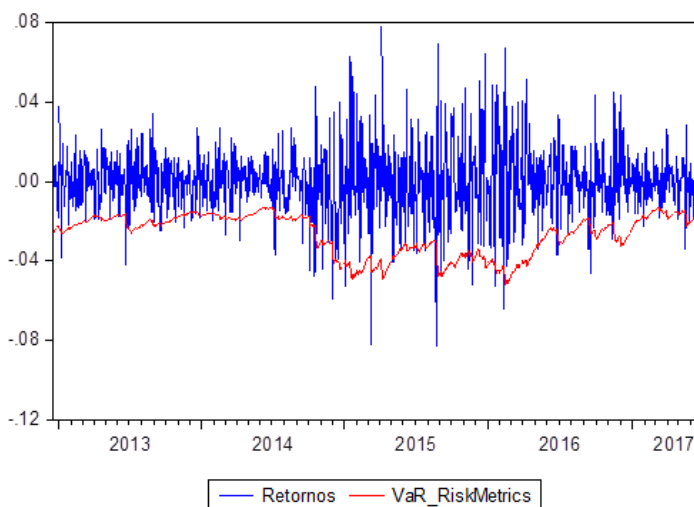


Figura XV - Gráficos das séries dos retornos da REN, para o período em estudo, e *VaR* estimado segundo os modelos da classe GARCH

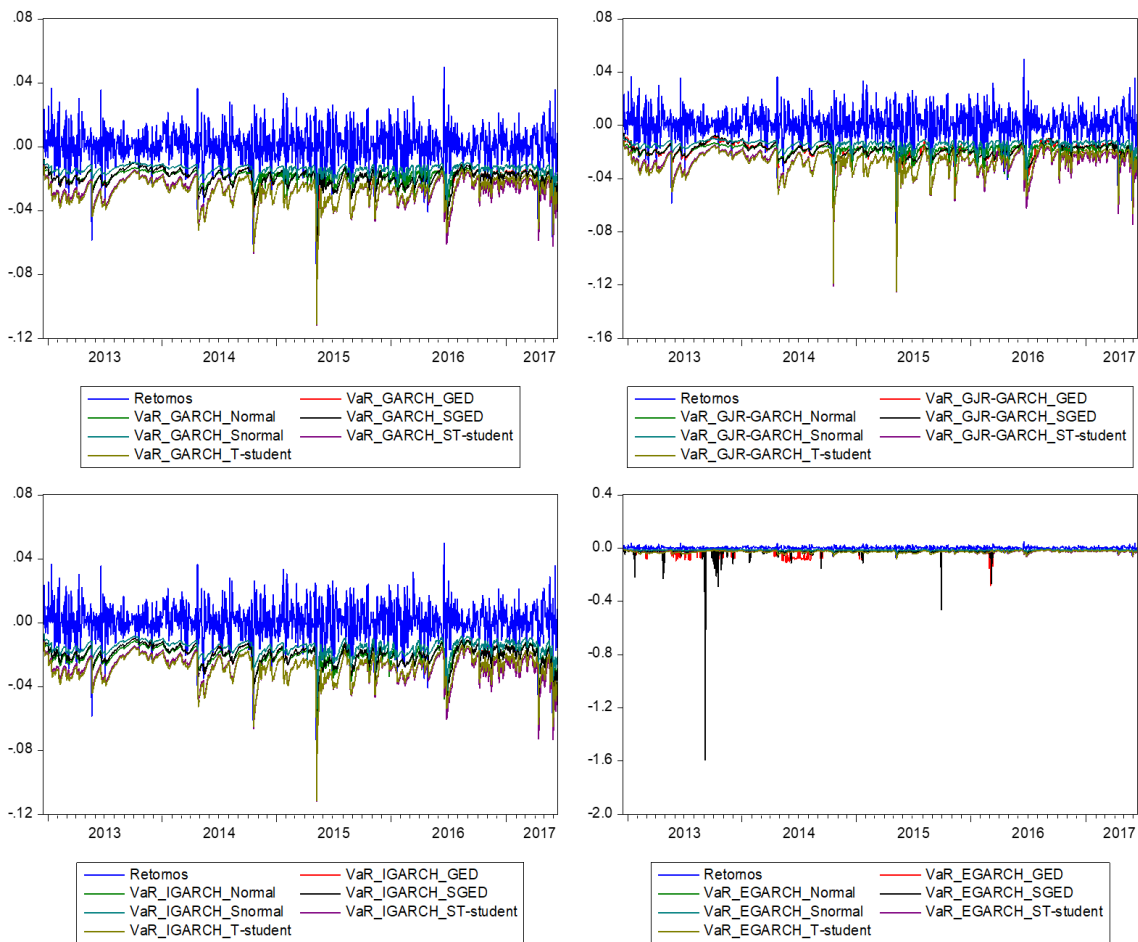


Figura XVI - Gráfico da série do retorno da REN, para o período em estudo, e *VaR* estimado segundo o modelo *RiskMetrics*

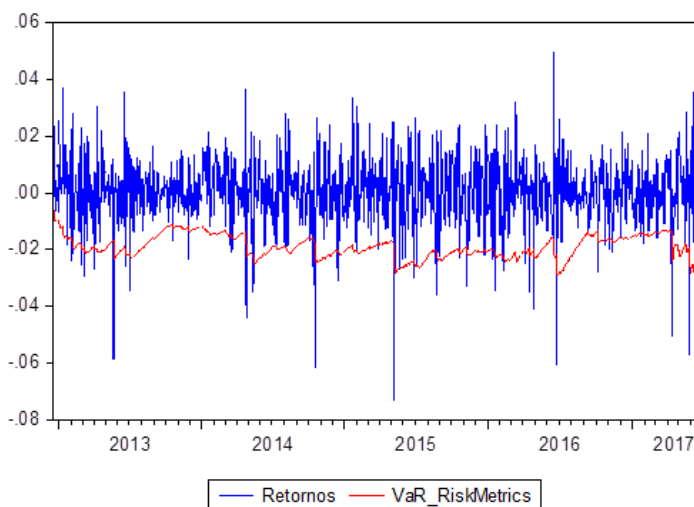
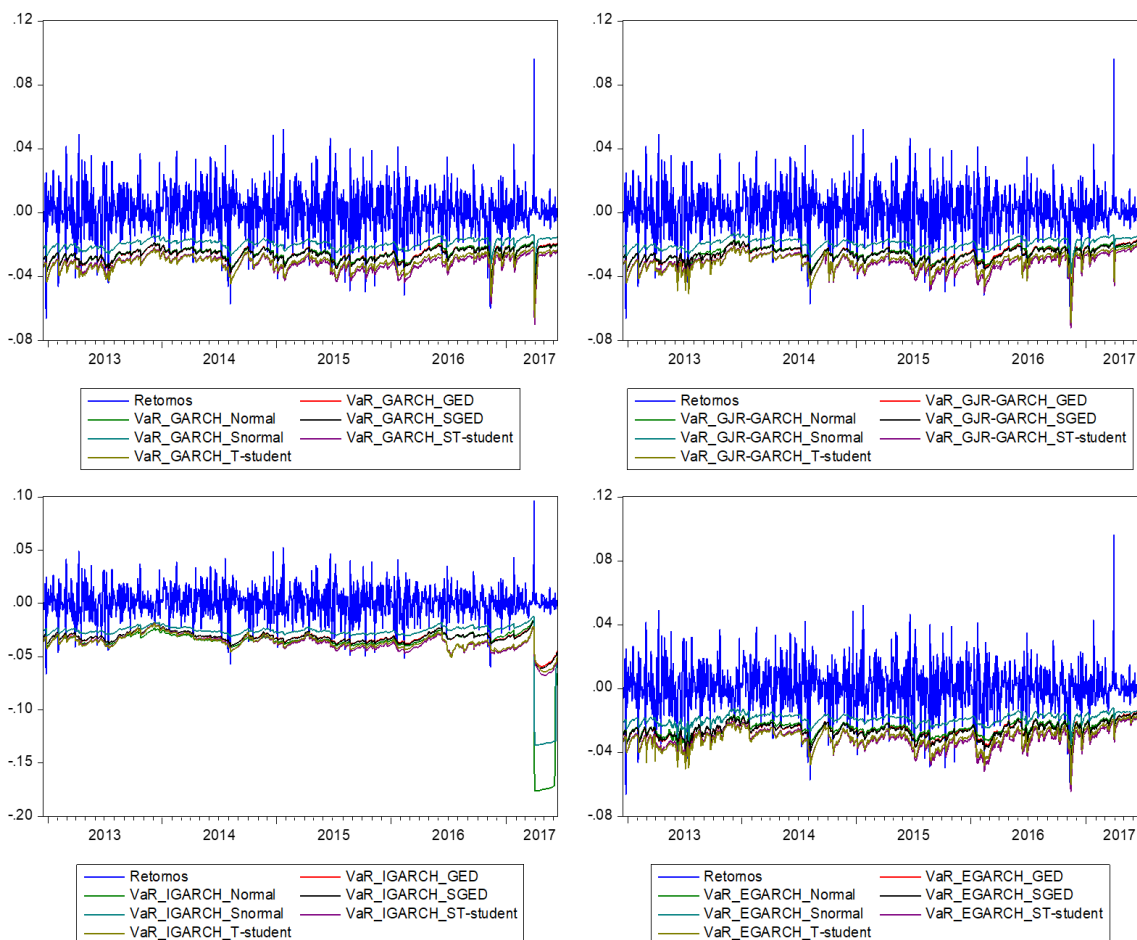


Figura XVII - Gráficos das séries dos retornos da EDP Renováveis, para o período em estudo, e VaR estimado segundo os modelos da classe GARCH



A.2. Tabelas

Tabela I - Relação entre parâmetro γ_i e simetria no modelo EGARCH

Caso	Simetria	Conclusão
$\gamma_i = 0$	Simétrico	Variações positivas e negativas acentuadas têm o mesmo nível de efeito.
$\gamma_i > 0$	Assimétrico positivo	Variações positivas acentuadas têm maior efeito que variações negativas acentuadas.
$\gamma_i < 0$	Assimétrico negativo	Variações negativas acentuadas têm maior efeito que variações positivas acentuadas.

Tabela II - Momentos amostrais dos retornos das empresas energéticas.

Empresa	\bar{r}	Mínimo	Máximo	$\hat{\sigma}$	\widehat{sk}	\widehat{k}
EDP	0,033%	-11,292%	4,576%	1,524%	-0,933252	7,274905
Galp	0,012%	-8,298%	7,810%	1,738%	0,090672	5,417909
REN	0,032%	-7,334%	4,982%	1,191%	-0,749348	7,022581
EDPR	0,046%	-6,620%	9,622%	1,494%	-0,070742	5,938914

Tabela III - Percentagem de dias em que os retornos ultrapassaram o VaR

Modelos	EDP	Galp	REN	EDPR
GARCH (Normal)	5,3182%	4,0105%	5,0567%	4,7079%
GARCH (Skewed Normal)	8,4568%	9,5902%	8,2825%	7,4978%
GARCH (T-Student)	3,4002%	2,8771%	1,8309%	2,4412%
GARCH (Skewed T-Student)	2,3540%	2,4412%	2,0052%	2,2668%
GARCH (GED)	5,5798%	4,1848%	5,0567%	4,6207%
GARCH (Skewed GED)	5,2310%	4,1848%	4,8823%	4,3592%
IGARCH (Normal)	5,0567%	4,3592%	4,1848%	2,2668%
IGARCH (Skewed Normal)	7,7594%	9,5902%	7,1491%	4,4464%
IGARCH (T-Student)	3,2258%	2,5283%	1,7437%	2,0924%
IGARCH (Skewed T-Student)	2,1796%	2,5283%	1,9180%	2,0924%
IGARCH (GED)	5,3182%	4,3592%	4,7951%	3,1386%
IGARCH (Skewed GED)	4,9695%	4,1848%	4,7079%	3,1386%
GJR-GARCH (Normal)	5,3182%	3,9233%	4,8823%	4,8823%
GJR-GARCH (Skewed normal)	8,4568%	9,2415%	8,1081%	7,4106%
GJR-GARCH (T-Student)	3,4874%	2,8771%	1,8309%	2,4412%
GJR-GARCH	2,3540%	2,6155%	2,0924%	2,5283%

(Skewed T-Student)				
GJR-GARCH (GED)	5,7541%	4,7079%	5,4926%	4,7079%
GJR-GARCH (Skewed GED)	5,4054%	4,6207%	5,2310%	4,6207%
EGARCH (Normal)	5,4054%	4,3592%	4,8823%	5,0567%
EGARCH (Skewed normal)	8,8056%	9,5902%	8,1081%	7,7594%
EGARCH (T-Student)	3,4874%	2,5283%	1,5693%	2,0924%
EGARCH (Skewed T-Student)	2,4412%	2,3540%	1,6565%	2,1796%
EGARCH (GED)	5,3182%	4,5336%	4,0976%	4,4464%
EGARCH (Skewed GED)	4,9695%	4,2720%	4,1848%	4,5336%
RiskMetrics	5,4926%	5,2310%	4,8823%	-

Tabela IV - Percentagem de cada categoria de notícias no total de dias em que os retornos ultrapassaram o VaR

Categoria	Nacional	Internacional	Total
Contexto Político e Social	6,90%	16,38%	23,28%
Empresa e Estrutura Acionista	25,86%	0,86%	26,72%
Guerras e Conflitos	0,00%	2,59%	2,59%
Macroeconomia	0,86%	29,31%	30,17%
Mercado Concorrencial	1,72%	0,00%	1,72%
Política Económica	5,17%	5,17%	10,34%
Processos Judiciais	0,86%	0,86%	1,72%
Indefinido	-	-	3,45%

Tabela V – Dias em que os retornos de 3 ou mais empresas ultrapassaram o *VaR*

Data	Título da Notícia	Nº empresas (c/ retornos < VaR)
03-07-2013	- Portas demite-se do Governo descontente com solução para as Finanças	3
02-10-2014	- BCE começa compra de dívida privada este mês - Preço do petróleo negocia abaixo dos 90 dólares pela primeira vez em 17 meses	3
24-08-2015	- Atividade industrial na China cai para mínimos de seis anos	4
11-02-2016	- Lucros do Société Générale ficam abaixo do esperado. Ac�es afundam 12%	3
24-06-2016	- Bye bye. Brexit vence referendo no Reino Unido - como aconteceu	3

Tabela VI – Percentagem de cada evento de notícias no total de dias em que os retornos ultrapassaram o *VaR*

Evento	EDP	Galp	REN	EDPR	Total
Abrandamento da economia mundial	3,45%	4,31%	1,72%	5,17%	14,66%
Alterações na estrutura acionista	1,72%	1,72%	2,59%	0,00%	6,03%
Anexação da península da Crimeia por parte da Rússia	0,00%	1,72%	0,00%	0,86%	2,59%
Brexit	2,59%	2,59%	0,86%	0,00%	6,03%
Demissão do ministro dos Negócios Estrangeiros Paulo Portas	0,86%	0,00%	0,86%	0,86%	2,59%
Desconto do dividendo pago ao acionista	4,31%	0,00%	4,31%	0,00%	8,62%
Eleições Legislativas Portuguesas 2015 - Solução Governativa à Esquerda	0,86%	0,00%	0,00%	1,72%	2,59%
Eleições Presidenciais EUA 2016 - Donald Trump	0,86%	0,86%	0,00%	2,59%	4,31%
Governo espanhol corta remunerações das elétricas e renováveis	0,00%	0,00%	0,00%	2,59%	2,59%
Oscilações nos preços do petróleo	0,86%	12,07%	1,72%	0,00%	14,66%
Resolução Banco Espírito Santo	1,72%	0,00%	0,00%	0,86%	2,59%
Tensão política na Grécia	2,59%	0,86%	0,00%	1,72%	5,17%
Outros	12,93%	3,45%	6,03%	5,17%	27,59%
Total	32,76%	27,59%	18,10%	21,55%	100,00%