



LISBON
SCHOOL OF
ECONOMICS &
MANAGEMENT
UNIVERSIDADE DE LISBOA

MESTRADO EM ECONOMETRIA APLICADA E PREVISÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO DISSERTAÇÃO

ANÁLISE DE ACONTECIMENTOS QUE RESULTARAM EM
PERDAS SUPERIORES AO *VAR* ESTIMADO PARA
EMPRESAS DO SETOR DO RETALHO E DAS
TELECOMUNICAÇÕES EM PORTUGAL

JOANA PINHEIRO ROMÃO

OUTUBRO - 2019

MESTRADO EM
ECONOMETRIA APLICADA E PREVISÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

ANÁLISE DE ACONTECIMENTOS QUE RESULTARAM EM
PERDAS SUPERIORES AO *VAR* ESTIMADO PARA
EMPRESAS DO SETOR DO RETALHO E DAS
TELECOMUNICAÇÕES EM PORTUGAL

JOANA PINHEIRO ROMÃO

ORIENTADOR:

PROFESSOR NUNO SOBREIRA

OUTUBRO - 2019

Resumo

O objetivo desta dissertação é quantificar o *Value at Risk*, calculado a partir de diferentes modelos econométricos GARCH e do modelo *Risk Metrics*, utilizando previsões da volatilidade a 1 passo, para as empresas Jerónimo Martins, SONAE, NOS e Pharol, presentes no Índice da Bolsa de Valores de Lisboa, de forma a verificar quando é que esta métrica foi ultrapassada pelas desvalorizações dos preços das ações das cotadas procurando destacar, neste trabalho, o “porquê” dos retornos serem de tal modo negativos que até ultrapassaram o VaR. A análise foca-se no período entre dezembro de 2012 e junho de 2017 e procura apresentar eventos que possam ter provocado tais perdas.

Palavras Chave: *Value at Risk*, GARCH, *Risk Metrics*, Jerónimo Martins, SONAE, NOS, Pharol, Bolsa de Valores de Lisboa

Abstract

The purpose of this dissertation is to quantify the Value at Risk, calculated from different GARCH econometric models and the Risk Metrics model, using one-step volatility forecasts, for the companies Jerónimo Martins, SONAE, NOS and Pharol, quoted in the Lisbon Stock Exchange Index, to verify when this metric has been exceeded by the devaluation of the listed company's shares prices. The analysis focuses on the period between December 2012 and June 2017 and seeks to present events that may have caused such losses.

Keywords: Value at Risk, GARCH, Risk Metrics, Jerónimo Martins, SONAE, NOS, Pharol, Lisbon Stock Exchange Index

Agradecimentos

À minha mãe, por tornar isto possível.

À minha irmã, por ser um exemplo.

Aos meus avós e tios, por darem sempre uma força extra.

Aos meus amigos, por me conseguirem sempre animar.

Ao Eduardo, por tudo.

Índice

Índice de Figuras	v
Índice de Tabelas	vi
1. Introdução	1
2. Recensão Literária	2
2.1. Características de séries temporais financeiras	3
2.2. Heterocedasticidade Condicional	5
2.3. Modelos de HC a aplicar	6
2.3.1. Modelos GARCH	7
2.4. Conceito de VaR	10
3. Metodologia	13
3.1. Dados em análise	13
3.2. Cálculo do VaR	14
3.3. Segmentação do Resultados	16
4. Análise Empírica	16
4.1. De 14/12/2012 a 31/12/2013	17
4.2. De 01/01/2014 a 31/12/2014	20
4.3. De 01/01/2015 a 31/12/2015	24
4.4. De 01/01/2016 a 31/12/2016	28
4.5. De 01/01/2017 a 13/06/2017	31
5. Conclusões	32
Referências Bibliográficas	36
A. Anexos	37
A.1. Figuras	37
A.2. Tabelas	41

Índice de Figuras

Figura 1 - Gráficos das séries dos retornos da Jerónimo Martins e Sonae, no período em estudo.	37
Figura 2 – Gráficos das séries dos retornos da NOS e Pharol, no período em estudo.	38
Figura 3 - Programa desenvolvido para obter os valores críticos do modelo e-GARCH com a distribuição GED, tendo em conta o nível de 99%, para a empresa Jerónimos Martins.	39
Figura 4 - Programa desenvolvido para obter os valores críticos do modelo e-GARCH com a distribuição <i>Skewed</i> GED, tendo em conta o nível de 99%, para a empresa Jerónimos Martins.	39

Figura 5 - Programa desenvolvido para obter os valores críticos do modelo e-GARCH com a distribuição <i>Skewed Normal</i> , tendo em conta o nível de 99%, para a empresa Jerónimos Martins.	40
Figura 6 - Programa desenvolvido para obter os valores críticos do modelo e-GARCH com a distribuição <i>T-Student</i> , tendo em conta o nível de 99%, para a empresa Jerónimos Martins.....	40
Figura 7 - Programa desenvolvido para obter os valores críticos do modelo e-GARCH com a distribuição <i>Skewed T-Student</i> , tendo em conta o nível de 99%, para a empresa Jerónimos Martins.	41

Índice de Tabelas

Tabela I - Percentagem de dias em que as perdas nos retornos ultrapassaram o VaR, para o nível de probabilidade de 95%.....	41
Tabela II - Percentagem de dias em que as perdas nos retornos ultrapassaram o VaR, para o nível de probabilidade de 99%.....	42

1. Introdução

Este estudo tem como objetivo encontrar razões que justifiquem o facto do *Value at Risk* (VaR), métrica de risco financeiro, ser superado, isto é, razões pelas quais a desvalorização dos preços das ações, em determinadas empresas, foi superior ao risco estimado. Vão ser analisadas 4 empresas cotadas na bolsa de Lisboa, duas do setor do retalho – Jerónimo Martins e Sonae – e duas do setor das telecomunicações – NOS e Pharol. Para tais empresas, vão ser estudados os retornos diários entre dezembro de 2012 e junho de 2017.

Numa primeira parte será apresentada uma revisão literária na qual se procura evidenciar todos os conceitos essenciais à elaboração deste trabalho. Desta forma, em primeiro lugar, procura-se explicar em que consistem séries temporais financeiras e apresentar as principais características das mesmas, uma vez que o estudo incide sobre séries dos retornos de ações.

Posteriormente, após serem identificadas as propriedades do tipo de séries em foco, fala-se em particular da heteroscedasticidade condicional e, ainda, dos modelos que a conseguem acomodar, sendo que se destacam os que vão ser efetivamente usados no decorrer deste trabalho.

De seguida, procurar-se-á apresentar o conceito de VaR, tendo em conta a necessidade que levou à sua criação, as fórmulas essenciais ao seu cálculo e ainda a metodologia *Risk Metrics*, desenvolvida pela J. P. Morgan para o cálculo do mesmo.

Assim, em segundo lugar, após a parte teórica estar devidamente detalhada, será apresentada a metodologia de trabalho adotada para o desenvolvimento deste estudo.

De forma breve, a princípio serão expostas algumas características dos dados em análise, assim como os gráficos que apresentam os retornos diários e permitem observar a volatilidade dos mesmos.

Depois, será apresentada a forma como, tendo em conta diferentes modelos, distribuições e níveis de probabilidade de 95% e 99%, o VaR foi calculado. Importa referir que, para o cálculo desta métrica, tiveram de ser encontrados os valores críticos de cada observação, pelo que o cálculo dos mesmos também será descrito.

Posteriormente, será explicado como se decidiu segmentar os resultados, sendo que o foco são os dias em que o VaR foi ultrapassado.

Em terceiro lugar, será apresentada uma cronologia dos dias em que o VaR foi superado por uma, ou mais empresas, sendo que se procura, através de notícias e comunicados sobre o contexto das empresas, da economia e dos eventos mundiais, encontrar justificações para o que tal tenha sucedido.

Por fim, serão apresentadas as conclusões deste estudo, desde os diferentes comportamentos dos modelos e distribuições, até como os eventos e notícias que mais impactam determinadas empresas ou setores.

Importa ainda destacar que, ao longo deste trabalho, foi usada informação obtida previamente pelo aluno Rui Louro do Doutoramento em Matemática Aplicada em Economia e Gestão (MAEG), nomeadamente, os dados de retornos e as previsões para a volatilidade de acordo com os diferentes modelos, que são fundamentais para o cálculo do VaR. Assim, desde já, agradece-se ao Rui Louro pela disponibilização de tais dados que permitiram a elaboração desta análise.

2. Recensão Literária

Nesta secção são apresentadas as definições base necessárias à elaboração desta dissertação.

Em primeiro lugar, apresentam-se características das séries temporais financeiras, uma vez que é nesta categoria que incidem os dados em análise. Em segundo lugar, explora-se o conceito de heteroscedasticidade e demonstra-se que as séries financeiras apresentam evidência de heteroscedasticidade condicional. Em terceiro lugar, expõem-se os modelos que melhor acomodam as características das séries dos retornos, mais precisamente, os modelos a utilizar na análise empírica. Por fim, define-se a métrica VaR assim como o modelo *Risk Metrics*, a utilizar posteriormente neste estudo.

2.1. Características de séries temporais financeiras

Em Taylor (2008) define-se uma série temporal financeira como qualquer série de números baseada em preços de produtos financeiros. Em Nicolau (2012) é dito, por outro lado, que geralmente prefere-se a sucessão dos retornos do que a dos preços, uma vez que, com a primeira apura-se o mesmo nível de informação sobre as oportunidades de investimento, mas é mais simples de modelar. Isto acontece porque as séries de preços, na maioria das vezes são não estacionárias e, portanto, não permitem a aplicação de resultados essenciais à análise estatística.

Existem dois tipos de retornos que se podem calcular a partir dos preços: os discretos e os contínuos. No presente estudo vamos trabalhar com os retornos contínuos. Estes, em Nicolau (2012), definem-se da seguinte forma. Sendo P_t o capital no final do período do período t , então os retornos no mesmo período, r_t , são:

$$(1) \quad r_t = \log P_t - \log P_{t-1}$$

Esta é a expressão para a taxa de rendibilidade instantânea, como anteriormente referido, retorno. Note a relação seguinte entre retornos discretos e contínuos:

$$(2) \quad r_t = \log P_t - \log P_{t-1} = \log \frac{P_t}{P_{t-1}} = \log \left(1 + \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \right) = \log(1 + R_t),$$

em que R_t denomina os retornos do tipo discreto. Como a amostra em estudo é constituída por dados diários, assume-se que $r_t \approx R_t$.

Agora que já definimos o que é uma série financeira e a forma de cálculo dos retornos, importa apresentar os factos empíricos estilizados de séries temporais financeiras.

Como apresentado em Nicolau (2012), as séries temporais financeiras exibem várias regularidades empíricas que estão relacionadas com as características das distribuições marginais e condicionais.

Os factos estilizados, justificados pelas distribuições marginais, são: prémio de risco positivo, no longo prazo; diferentes desvios-padrão para diferentes ativos; assimetria tendencialmente negativa para retornos de ações e de índices; distribuições leptocúrticas para os retornos; o aumento da frequência de observações afasta a distribuição dos retornos da Normal; efeitos de calendário; as distribuições teóricas mais adequadas para os retornos do que a Normal são a distribuição *t-Student*, mistura de normais e distribuições com caudas de Pareto.

Os factos estilizados resultantes das distribuições condicionais são: autocorrelações lineares baixas entre os retornos; valores extremos ocorrem de forma seguida; forte dependência temporal da volatilidade; efeito assimétrico; o aumento da frequência das distribuições acentua a não linearidade; comovimentos de rendibilidade e volatilidade.

O facto estilizado, referido em cima, de forte dependência temporal da volatilidade, refere-se à tendência de fortes variações dos retornos serem seguidas de fortes variações dos retornos em ambos os sentidos e de fracas variações dos retornos serem seguidas de fracas variações dos retornos em ambos os sentidos. Este indica, claramente que a volatilidade das séries temporais não é constante ao longo do tempo (Nicolau, 2012).

Existem várias razões para a volatilidade não ser constante, em Nicolau (2012), são apresentadas as seguintes: a especulação, o surgimento de uma “bolha especulativa”, graves crises económicas e políticas e a chegada de informação ao mercado, como a apresentação dos resultados do período precedente.

Posteriormente neste estudo poderá verificar-se que tal é verdade, uma vez que serão tratados eventos que impactaram de tal forma os mercados ou determinada empresa que os seus retornos foram inferiores ao VaR, e alguns dos mesmos poderão ser classificados em uma destas categorias.

2.2. Heteroscedasticidade Condicional

Na sequência das características enumeradas na secção anterior sobre as séries dos retornos, temos que as mesmas são heteroscedásticas. Assim, uma vez que neste estudo serão trabalhados dados com tais particularidades, importa definir o conceito de processos estocásticos com Heteroscedasticidade Condicional (HC), isto é, processos com variância não constante ao longo do tempo.

Recorrendo a Nicolau (2012), considera-se o processo multiplicativo $u_t = \sigma_t \varepsilon_t$ como erro de um modelo e as seguintes hipóteses:

- 1) $\{\varepsilon_t\}$ é uma sucessão de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas, com $E(\varepsilon_t) = 0$ e $Var(\varepsilon_t) = 1$;
- 2) ε_t é independente de u_{t-k} , $k \in \mathbb{N}$;
- 3) Se tivermos $\mathcal{F}_{t-1} = \{r_1, \dots, r_{t-1}\}$, consegue-se obter σ_t .

A partir destas premissas, chega-se a:

$$(3) \quad E(u_t | \mathcal{F}_{t-1}) = E(\sigma_t \varepsilon_t | \mathcal{F}_{t-1}) = \sigma_t E(\varepsilon_t | \mathcal{F}_{t-1}) = 0$$

$$(4) \quad Var(u_t | \mathcal{F}_{t-1}) = E(u_t^2 | \mathcal{F}_{t-1}) = E(\sigma_t^2 \varepsilon_t^2 | \mathcal{F}_{t-1}) = \sigma_t^2 E(\varepsilon_t^2 | \mathcal{F}_{t-1}) = \sigma_t^2$$

Assim, com σ_t não constante, os processos multiplicativos do género $u_t = \sigma_t \varepsilon_t$, são heterocedásticos. Pelo que se infere que os modelos de HC acomodam a heteroscedasticidade das séries dos retornos.

Por outro lado, tal como já apresentado, Nicolau (2012) identifica que os as séries dos retornos apresentam distribuições leptocúrticas. Às 3 hipóteses vistas anteriormente, adiciona-se o princípio de que o processo é $\varepsilon_t \sim N(0,1)$ e obtém-se:

$$(5) \quad E(u_t) = 0$$

$$(6) \quad Var(u_t) = E(u_t^2) = E(\sigma_t^2)$$

$$(7) \quad E(u_t^3) = 0$$

$$(8) \quad k_u = \frac{E(u_t^4)}{E(u_t^2)^2} > \frac{E(u_t^2)^2 \cdot 3}{E(u_t^2)^2} = 3$$

Com estes resultados, conclui-se que um modelo de HC pode ser apropriado para modelar retornos, pois acomoda um importante facto estilizado das séries temporais financeiras, que é, estas seguirem uma distribuição leptocúrtica.

Desta forma, chega-se à conclusão de que as séries em análise são heteroscedásticas e, portanto, serão utilizados modelos de HC para as modelar.

2.3. Modelos de HC a aplicar

Os modelos de HC, segundo Nicolau (2012), apresentam uma série de vantagens que justificam a sua utilização na análise de séries financeiras.

Em primeiro lugar, permitem modelar a volatilidade condicionada, que pode ser encontrada a partir da variância condicional, σ_t^2 , ou simplesmente a partir de σ_t . Esta é uma das variáveis mais importantes na análise de risco de mercado.

Em segundo lugar, permitem modelar de forma mais eficiente os parâmetros definidos na média condicional. Sabe-se que, teoricamente, o efeito de fortes variações serem, normalmente, seguidas de fortes variações em ambos os sentidos, pode ser modelado pela média condicional. No entanto, esta é normalmente uma componente fraca do modelo, portanto importa estimar eficientemente os parâmetros que a constituem.

Em terceiro lugar, permitem encontrar os intervalos de previsão corretos para a variável a explicar pelo modelo, uma vez que, se a mesma exibir HC, e esta for ignorada, os intervalos de confiança calculados serão errados, pois dependem da variância do erro de previsão e este depende do erro do modelo.

Assim, de seguida, serão apresentados os modelos de HC utilizados no presente estudo.

2.3.1. Modelos GARCH

Os modelos GARCH surgiram para colmatar os problemas de estimação levantados pela utilização dos modelos ARCH de ordem elevada para modelar séries com volatilidade que apresentam forte dependência temporal (Nicolau, 2012).

Em termos de definição, Nicolau (2012) diz que u_t , o erro do modelo representativo de uma série financeira de retornos, $r_t = \mu_t + u_t$, tem representação GARCH(p, q) se:

$$(9) \quad u_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$(10) \quad \sigma_t^2 = w + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q u_{t-q}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_p \sigma_{t-p}^2$$

com $w > 0, \alpha_i \geq 0, \beta \geq 0$.

No presente estudo serão apresentadas previsões da volatilidade calculadas a partir desta versão do GARCH, ao qual iremos chamar de “standard” (SGARCH) e que serve de ponto de partida a possíveis

transformações/extensões deste modelo. Estas, embora tornem o modelo mais complexo, suprimem limitações da sua versão base. Assim, de seguida são expostos os modelos *Integrated* GARCH, GJR-GARCH e *Exponential* GARCH.

Em primeiro lugar, em Nicolau (2012) diz-se que u_t segue um modelo IGARCH(p, q) se

$$(11) \quad u_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$(12) \quad \sigma_t^2 = w + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q u_{t-q}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_p \sigma_{t-p}^2$$

e

$$(13) \quad \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{i=1}^p \beta_i = 1$$

Se analisarmos apenas o IGARCH (1,1),

$$(14) \quad \sigma_t^2 = w + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

verificamos que u_t^2 possui uma raiz unitária,

$$(15) \quad u_t^2 = w + (\alpha_1 + \beta_1) u_{t-1}^2 - \beta_1 v_{t-1} + v_t$$

$$(16) \quad u_t^2 = w + u_{t-1}^2 - \beta_1 v_{t-1} + v_t$$

$$(17) \quad (1 - L)u_t^2 = w - \beta_1 v_{t-1} + v_t$$

daí resulta a designação *Integrated* GARCH (Nicolau, 2012).

Ainda em Nicolau (2012), verifica-se que desta forma, u_t não é estacionário de segunda ordem (ESO), no entanto, pode ser estritamente estacionário (EE), desde que $E(\log(\beta_1 + \alpha_1 \varepsilon_t^2)) < 0$. Esta condição é menos exigente do que $\alpha_1 + \beta_1 < 1$, que se trata da condição necessária para que o modelo GARCH (1,1) seja ESO.

Importa ainda referir que, ao contrário dos processos integrados na média, do tipo $y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$, que não são ESO nem EE e para os quais os testes habituais não são válidos, existem vários estudos que mostram que os testes assintóticos usuais continuam válidos mesmo que o Processo Gerador de Dados seja um IGARCH.

O segundo modelo é o GJR-GARCH que, como é visto em Nicolau (2012), surge para colmatar a falha do modelo SGARCH, que apenas deteta o “efeito magnitude”, sendo que permite estimar de forma eficiente o “efeito assimétrico”, muitas vezes exibido pelas séries dos retornos.

Por um lado, entende-se por “efeito magnitude” a volatilidade apenas responder à magnitude do erro do modelo, u_t . E, por outro, entende-se por “efeito assimétrico”, as variações negativas nos preços levarem a momentos de maior volatilidade do que as variações positivas.

Para modelar o “efeito assimétrico”, a volatilidade tem de responder de forma assimétrica ao sinal de u_t , isto é, a volatilidade deve aumentar de forma mais acentuada quando o $u_t < 0$, do que quando $u_t > 0$. Por outras palavras, a resposta em termos de volatilidade deve ser mais significativa quando surgem “más notícias” do que quando surgem “boas notícias”.

O modelo GJR-GARCH, que deve o seu nome a Glosten, Jagannathan e Runkle, é especificado da seguinte forma,

$$(18) \quad \sigma_t^2 = w + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \gamma_1 u_{t-1}^2 I_{\{u_{t-1} < 0\}}$$

$$(19) \quad I_{\{u_{t-1} < 0\}} = \begin{cases} 1 & \text{se } u_{t-1} < 0 \\ 0 & \text{se } u_{t-1} \geq 0 \end{cases}$$

sendo que, em concordância com o “efeito assimétrico”, espera-se que $\gamma_1 > 0$.

Por fim, o EGARCH, apresentado em Nelson (1991), define a variância condicional da seguinte forma,

$$(20) \quad \log \sigma_t^2 = w + \sum_{i=1}^p \alpha_i \log \sigma_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \left[\frac{|u_{t-i}|}{\sigma_{t-i}} - E \left\{ \frac{|u_{t-i}|}{\sigma_{t-i}} \right\} \right] + \sum_{i=1}^q \gamma_i \left(\frac{u_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right)$$

Este modelo surgiu para colmatar limitações do SGARCH ao não modelar o potencial efeito assimétrico. Tem também a eventual vantagem sobre o GJR-GARCH, que impõe determinadas restrições nos parâmetros do modelo para $\sigma_t^2 > 0$, que podem ter impacto negativo na “qualidade” das estimativas. Já o modelo EGARCH, não impõe qualquer regra aos parâmetros, uma vez que, com a inclusão da função exponencial na equação do modelo, os valores de σ_t^2 serão automaticamente superiores a zero. Por outro lado, o modelo EGARCH, à semelhança do GJR-GARCH, tem em conta os efeitos assimétricos.

2.4. Conceito de VaR

O *Value at Risk*, surgiu em resposta às necessidades crescentes da gestão de risco e tornou-se uma métrica fundamental para a análise do risco de mercado. Isto é de tal forma verdade que, o Acordo Basileia II, cuja finalidade é garantir a estabilidade do sistema financeiro mundial, determina taxas de segurança calculadas a partir de modelos VaR.

Em Nicolau (2012), de forma bastante simples o VaR é definido com a seguinte questão: “Quanto é que podemos perder com probabilidade de $\alpha > 0$, num certo período de tempo”, sendo α relativamente baixa para que se possam avaliar os acontecimentos excepcionais, mas que podem efetivamente acontecer e afetar o normal funcionamento do mercado. Assim, a medida do VaR é “a perda que pode ocorrer num lapso de tempo determinado, com certa probabilidade α , supondo que o *portfolio* não é gerido durante o período em análise”.

Assim, compreende-se que esta é uma medida do risco a que uma empresa, um setor ou *portfolio* estão expostos, sendo que o que se pretende com a mesma é, precisamente perceber, a viabilidade do elemento em estudo.

Em Tsay (2005), o VaR é definido como a variação do valor de um ativo financeiro, em unidades monetárias, entre dois momentos em análise. Assim, sendo ΔV_{n+1} , essa variável, com n o momento em que se calcula o VaR, e, sendo, a função de distribuição de ΔV_{n+1} , $F(x)$, define-se o VaR de uma posição longa sobre o horizonte temporal a 1 passo, ou seja um dia (âmbito deste estudo) com nível de probabilidade α , como:

$$(21) \quad P[\Delta V \leq -VaR] = 1 - F(VaR)$$

Assim, obtém-se que a probabilidade de ocorrer uma perda superior ao VaR estimado é de α .

Quando se trabalha com o VaR existem várias opções a tomar em relação ao seu cálculo, nomeadamente, o horizonte temporal, a metodologia a utilizar e o nível de confiança.

No presente trabalho utiliza-se o horizonte temporal de 1 dia, pelo que a análise estatística é efetuada a um passo.

Em relação à metodologia, em Nicolau (2012) são apresentadas as abordagens paramétrica e não paramétrica. Uma vez que a abordagem não paramétrica, embora seja simples, apresenta vários problemas, opta-se pela abordagem paramétrica. Assim, sendo,

$$(22) \quad \Delta V_{n+1} = \frac{\Delta V_{n+1}}{V_n} V_n = R_{n+1} V_n \approx r_{n+1} V_n$$

com, R_{n+1} a série dos retornos de determinado ativo em $n + 1$. Posto isto, percebe-se que a distribuição de $r_{n+1} V_n$ apenas depende de r_{n+1} , então assume-se que $r_{n+1} | \mathcal{F}_n \sim D(\mu_{n+1}, \sigma_{n+1}^2)$, onde \mathcal{F}_n é toda a informação relevante disponível no momento n e D é uma distribuição qualquer. Transformando isto na probabilidade de ocorrer uma perda superior ao VaR, tem-se,

$$(23) \quad P(\Delta V_{n+1} < -VaR_{n,n+1,\alpha} | \mathcal{F}_n) = \alpha$$

pode-se reescrever esta expressão em,

$$(24) \quad P\left(r_{n+1} < -\frac{VaR_{n,n+1,\alpha}}{V_n} \middle| \mathcal{F}_n\right) = \alpha$$

considerando,

$$(25) \quad Z_{n+1} = \frac{r_{n+1} - \mu_{n+1}}{\sigma_{n+1}}$$

e sendo q_α^Z o quantil de ordem α da distribuição da variável Z_{n+1} ,

$$(26) \quad q_\alpha^Z = \frac{-\frac{VaR_{n,n+1,\alpha}}{V_n} - \mu_{n+1}}{\sigma_{n+1}}$$

então vem,

$$(27) \quad VaR_{n,n+1,\alpha} = -(\mu_{n+1} + q_\alpha^Z \sigma_{n+1})V_n$$

sendo esta a fórmula geral utilizada neste trabalho.

Se for considerado o modelo Gaussiano simples, tal como apresentado em Nicolau (2012), $r_t = \mu + u_t$, onde $\{u_t\}$ é um ruído branco Gaussiano, $u_t \sim N(0, \sigma^2)$, sabe-se que $r_{n+1} \sim N(\mu, \sigma^2)$, então o VaR vem,

$$(28) \quad VaR_{n,n+1,\alpha} = -(\mu + q_\alpha^Z \sigma)V_n$$

onde q_α^Z é o quantil de ordem α da distribuição $N(0,1)$.

No entanto, este modelo é bastante limitativo devido às hipóteses de normalidade e variância condicional constante. Assim neste estudo serão apresentados também os valores do VaR calculados a partir da metodologia *Risk Metrics*.

O modelo *Risk Metrics* foi desenvolvido pela J. P. Morgan para o cálculo do VaR, é bastante simples, mas assume a variância condicional não constante. Em Nicolau (2012), é apresentado que esta metodologia se baseia no modelo *Exponential Weighted Moving Averages* (EWMA),

$$(29) \quad r_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$(30) \quad \sigma_t^2 = (1 - \lambda)r_{t-1}^2 + \lambda\sigma_{t-1}^2$$

sendo ε_t um ruído branco, com média 0 e variância 1. Este modelo tem como base a hipótese IGARCH(1,1) com $w = 0$ e $\mu_t = 0$, na equação (14). Para se conseguir chegar ao $VaR_{n,n+1,\alpha}$, basta conhecer a distribuição de $r_{n+1}|\mathcal{F}_n$.

No caso em que se utiliza os modelos GARCH, vistos anteriormente, para chegarmos ao $VaR_{n,n+1,\alpha}$, o essencial volta a ser utilizar a distribuição da série dos retornos, r , para o momento $n + 1$, tendo em conta toda a informação disponível no momento n , \mathcal{F}_n , de acordo com a equação (23).

Agora que já foram apontados o horizonte temporal e a metodologia a aplicar para o cálculo do VaR, importa falar do nível de confiança. No presente trabalho vai ser utilizado o nível de confiança de 95%, o que normalmente acontece com a metodologia *Risk Metrics*, mas, também será efetuada a análise mais conservadora, de 99%, tal como usualmente acontece no Comité de Basileia, de forma a filtrar os casos mais graves em que o VaR é superado.

3. Metodologia

Nesta secção será exposto o processo realizado para chegar aos resultados apresentados na secção seguinte. Assim, em primeiro lugar, será dado destaque aos dados em análise. Depois, será descrito como se chegou aos valores críticos e ao VaR. Por último, será explicado como se decidiu segmentar a análise a fazer.

3.1. Dados em análise

A amostra em análise diz respeito ao período entre 14 de fevereiro de 2012 e 13 de junho de 2017, sendo que isto representa um total de 1147 observações. A variável em estudo trata-se do valor dos retornos das ações, na *Euronext* Lisboa, das empresas Jerónimo Martins, Sonae, Pharol e NOS. Importa referir que, pelas empresas do setor das telecomunicações, as duas

últimas referidas, apenas terem sido criadas com tais nomenclaturas depois do início do período em estudo, até tal momento, foram analisados os valores para as empresas que lhes deram origem.

Em anexo, nas figuras I e II é possível analisar o comportamento das séries dos retornos de cada uma das empresas do setor dos bens de consumo e das telecomunicações, respetivamente. Verifica-se que estas apresentam uma volatilidade bastante acentuada, sendo que se destacam alguns momentos nos quais se identificam claros *outliers*. Para este estudo, interessam, principalmente, os *outliers* negativos pois representam os momentos em que tal empresa teve uma queda mais acentuada nos retornos e, como tal há maior probabilidade das perdas terem ultrapassado o VaR estimado pelos diferentes modelos.

Estatisticamente, as quatro séries exibem uma tendência bastante forte para reverter a 0, sendo que estão sempre em torno de um valor bastante próximo desse.

3.2. Cálculo do VaR

Em primeiro lugar, é de referir que, antes do cálculo do VaR, foi necessário calcular os valores críticos para cada um dos modelos econométricos utilizados, já referidos, e para o modelo *Risk Metrics*.

Como se sabe, para serem estimados tais modelos é necessário assumir uma distribuição para o termo de erro e é a partir desta que se obtém o valor crítico, necessário para o cálculo do VaR. Assim, cada um dos modelos GARCH foi estimado tendo em conta seis distribuições – GED, *Skewed* GED, Normal, *Skewed* Normal, T-Student e *Skewed* T-Student. Já o modelo *Risk Metrics* foi calculado com a distribuição Normal, como é usual na literatura e apresentado na secção 2.4.

Os valores críticos foram calculados para todos os modelos e respetivas distribuições, ao nível de 95% e de 99%, a 1 passo. Para a distribuição Normal,

estes valores foram calculados com recurso à tabela estatística. Foram obtidos os valores críticos de, aproximadamente, 1,645 a 95% e 2,326 a 99%.

No caso das restantes distribuições, foram necessários cálculos com recurso ao *software* R, resultando em valores diferentes para cada previsão. Assim, para cada uma das empresas, modelos, e distribuições, exceto a Normal, foram desenvolvidos diferentes programas em R, que deram origem aos valores críticos procurados. Em anexo, nas figuras III a VII, é possível verificar os exemplos de tais programas para o modelo EGARCH, nível de confiança 99%, e todas as distribuições, exceto a Normal, para a empresa Jerónimo Martins.

Já com os valores críticos calculados, e tendo acesso às previsões a 1 passo dos desvios padrão foi então possível calcular o VaR de acordo com a equação (27) e assumindo $V_n = 1$.

Tendo em conta a fórmula do VaR (equação (27)), assumindo que a média condicional dos retornos é 0, multiplica-se o valor crítico encontrado, para os diferentes níveis de probabilidade, modelos, e distribuições, pelo valor do desvio padrão referente a cada um dos dias em análise.

De seguida, de modo a identificar os dias em que os retornos foram inferiores ao VaR estimado, para cada um dos níveis de probabilidade, foi criada uma condição que apontava os dias em que tal acontecia como “Verdadeiro”, e os dias em que as desvalorizações das ações não ultrapassavam a métrica em estudo foram identificados como “Falso”.

Tendo em conta os resultados, foi ainda efetuado um *Backtest*, tal como descrito, por exemplo, em Blanco & Oks (2004), ao VaR para os diferentes modelos e distribuições. Isto consiste em, verificar se os modelos suportam o nível de confiança assumido. Isto é, quando se trabalha com VaR ao nível de $1 - \alpha$, existe uma probabilidade α , de que o valor deste seja excedido a cada dia, sendo os eventos independentes seria de esperar que, para cada modelo, se verificasse que o VaR teria sido excedido em aproximadamente α para toda

a amostra. No entanto, o mesmo nem sempre se verifica, assim, procede-se ao *Backtest* de forma a concluir qual a percentagem de vezes que o VaR é efetivamente ultrapassado. Para tal bastou dividir o número de dias em que se obteve “Verdadeiro”, tendo em conta a regra apresentada acima, pelo número total de observações. Os resultados deste teste estão descritos nas tabelas I e II, para o nível de confiança de 95% e 99%, respetivamente.

3.3. Segmentação do Resultados

Após a regra anteriormente descrita ser aplicada aos 100 modelos em análise, 25 para cada uma das empresas, tendo em conta ambos os níveis de probabilidade, foi possível segmentar a informação. Desta forma, foi decidido que o foco deste estudo devia cingir-se aos dias em que o VaR foi ultrapassado em, pelo menos, 21 dos 25 modelos.

No total, ao nível de 95% o VaR foi ultrapassado, em mais de 20 modelos, 75 vezes. Já para o nível mais conservador de 99%, o VaR foi ultrapassado apenas 15 vezes. Facilmente se compreende que estas 15 ocorrências estão já incluídas no primeiro.

Assim, foram estudados ao pormenor 75 situações, tendo em conta as respetivas empresas. No total verificaram-se, ainda, 12 dias nos quais mais do que uma empresa registou perdas que ultrapassaram o VaR.

4. Análise Empírica

Nesta secção, serão apresentadas, para os dias em estudo, tendo em conta a conjuntura económica e a realidade das empresas, razões que podem justificar o facto do VaR ter sido ultrapassado. Nos casos em que haja evidência estatística de que esta anomalia de mercado ocorreu, também, para um nível de confiança de 99%, serão apresentados os valores mínimos do VaR entre os diferentes modelos GARCH e *Risk Metrics* estudados.

Importa destacar, que a Pharol, antes de junho de 2016 tinha o nome de PT SGPS, sendo que esta, por sua vez, foi criada em 2013, como fusão entre a

Portugal Telecom e a operadora brasileira Oi, resultado da já existente aliança industrial entre as operadoras. Assim, em vários momentos analisa-se a performance do grupo Portugal Telecom, uma vez que reflete o comportamento da empresa em estudo. Já a NOS, resultou da fusão entre a empresa Optimus, que era detida em 82% pela Sonaecom, empresa do grupo, Sonae e ZON, em novembro de 2013, pelo que até essa data estudamos a situação em bolsa das referidas empresas.

De referir que, as fontes de informação para esta análise, foram jornais *online*, em especial o Jornal de Negócios, e os *sites* das empresas em foco.

4.1. De 14/12/2012 a 31/12/2013

No período em análise, verificou-se, que o VaR foi ultrapassado pela primeira vez dia 22 de janeiro de 2013, quando a Portugal Telecom (detentora da PT SGPS) viu a sua recomendação por parte do *Borenberg Bank* descer de “comprar” para “manter” no dia anterior. Já no dia 4 de fevereiro, e ainda a sofrer os impactos da descida de recomendação, a Portugal Telecom volta a sofrer perdas superiores ao VaR, tendo as suas ações caído cerca de 3%, para 4,161 euros.

A 26 de fevereiro, a Sonae perde 1,76% do seu valor de mercado, para 1,505 euros, vendo o seu VaR ser ultrapassado, num dia em que os resultados eleitorais de Itália, onde não foi possível apurar um vencedor que consiga formar uma coligação maioritária no Senado, penalizaram as bolsas europeias. Influenciada por este clima de instabilidade, também a concorrente Jerónimo Martins sofreu uma queda de valor de mercado em 2,230% para 16,251 euros. No dia seguinte, 27, esta queda leva a que as perdas superem a estimativa do VaR.

Já no mês de Março, dia 26, tanto a Jerónimo Martins como a Portugal Telecom viram os respetivos VaR serem ultrapassados. A primeira empresa tinha começado o processo de reestruturação de custos em Portugal, reduzindo a sua presença no retalho não alimentar e na área da restauração, o

que pode justificar o ocorrido. A segunda empresa vinha já a apresentar uma tendência de queda de valor de mercado, sendo que naquele dia perde perto de 5%, para 15,330%.

Dia 3 de abril, foi a vez da Sonae de perder mais em mercado do que o previsto pelo risco estimado. Isto acontece após, em março, ter anunciado a abertura de lojas da marca Zippy em vários países dos continentes asiáticos e africanos, manobra de expansão que pode ter sido considerada arriscada pelos investidores.

Já em maio, dia 14, o VaR estimado foi ultrapassado, ao nível de confiança de 95% e 99% para duas empresas. A Jerónimo Martins e a Portugal Telecom, que apresentaram VaR, ambos estimados pelo modelo IGARCH, com distribuição *Skewed T-Student*, de - 5,931% e - 8,045%, respetivamente. Nesse dia a Jerónimo Martins apresentava maior queda desde fevereiro, após o segundo maior acionista vender metade da sua posição (5%). As ações da retalhista fecharam a sessão com uma desvalorização de 5,99% para 16,80 euros. No dia anterior, tinha ocorrido a última sessão em que as ações da PT negociaram com direito ao dividendo bruto de 32,501 cêntimos referente ao ano passado. Pelo que, no dia em causa as ações entraram em “ex-dividendo”, isto é, quem comprasse não teria direito à remuneração.

No dia 23 do mesmo mês, a Sonae teve o seu VaR ultrapassado, sendo que protagonizou a maior descida do PSI-20, com uma desvalorização de 3,73% para os 0,748 euros. Isto poderá estar relacionado com, no mesmo dia, a empresa ter anunciado que a BERG, a sua marca desportiva, iria expandir a atividade e exportar produtos para Israel e o Egito.

Já no final de junho, dia 20, tanto a Jerónimo Martins, como a concorrente Sonae, destacaram-se por voltarem a ver o seu VaR estimado ser excedido. Isto num dia em que a Euronext desvaloriza graças às declarações de Ben Bernanke, presidente da Reserva Federal norte-americana, que afirmou que o programa de estímulos à economia poderá terminar em 2014, esta ideia afastou os investidores de várias ações, levando-os a vender. A Jerónimo

Martins recuou 5,1% para os 16,10 euros, anulando quase todo o ganho conseguido nas últimas quatro sessões. A Sonae fechou a sessão nos 0,724 euros devido a uma perda de 3,85%.

Dia 21, ainda no rescaldo do que tinha sido dito por Bernanke, a bolsa nacional manteve-se em queda, sendo que a Sonae, pelo segundo dia consecutivo, sofre perdas superiores ao VaR, e é acompanhada, desta vez, pela ZON. Apontam-se como razões para as quedas acima de 4%, nas duas empresas, investigações aprofundadas por parte da Autoridade da Concorrência à operação de fusão entre a ZON e a Optimus. Desde o anúncio da fusão, a ZON soma 28% ao passo que a Sonaecom, detentora da maior parte da Optimus, recua 2%, impacto negativo antecipado pelos analistas.

No último dia do mês de julho, é a Jerónimo Martins que vê o seu VaR ser superado. Neste dia a bolsa de Lisboa encerra a cair, pressionada principalmente pela retalhista, que apresentou os resultados do segundo trimestre antes da abertura do mercado e reportou um abrandamento do crescimento das vendas na Polónia, que ficaram assim, aquém das estimativas.

A 14 de Agosto as ações da Portugal Telecom chegaram a recuar 6,8%, para 2,945 euros, perdas que ultrapassaram a estimativa do VaR. Isto num dia em que foram divulgados os resultados do primeiro semestre em Portugal e, da Oi, detida em parte pela PT, no Brasil, assim como anunciado um corte de 70% nos dividendos a distribuir para 2013 e 2014.

Dia 1 de Setembro, a Jerónimo Martins vê-se em mão com quedas superiores ao estimado no VaR. A empresa perdeu quase 3% após a J. P. Morgan e o Barclays emitirem notas de “*research*” sobre a Jerónimo Martins, tendo a primeira reduzido mesmo a avaliação da retalhista. As ações da dona dos supermercados Pingo Doce reagiram em queda, perdendo 2,83% para 14,75 euros, tendo já registado uma desvalorização de 3,33%.

No final do mesmo mês, dia 31, a Jerónimo Martins volta a destacar-se devido a perdas superiores ao VaR estimado. A retalhista caiu 4% após reporte de resultados abaixo das expectativas e considerados “fracos”, pelos analistas do BPI.

Dia 13 de novembro foi o último do ano em que, uma das empresas em análise, viu o seu VaR ser ultrapassado. Desta vez foi a ZON Optimus, nome dado à fusão das duas empresas, que registou quedas nos lucros acima de 17% devido aos custos da fusão.

4.2. De 01/01/2014 a 31/12/2014

Em 2014, a primeira vez que o VaR estimado foi ultrapassado, tanto para o nível de confiança de 95% como para 99%, foi a 26 de fevereiro, sendo a Jerónimo Martins a empresa afetada. A queda registada ultrapassou o VaR estimado, pelo modelo IGARCH, com a distribuição *Skewed T-Student*, de -6,12%. Isto num dia em que todas as praças europeias encerraram a registar resultados negativos, com o aumento da tensão entre Kiev e Moscovo. Por outro lado, a retalhista havia apresentado no dia anterior resultados que ficaram aquém do previsto pelos analistas, principalmente no que diz respeito à atividade na Polónia. No final do dia, as ações da empresa registavam uma queda de 6,46% na bolsa de Lisboa.

Dia 3 de março a Sonae registou quedas superiores ao VaR. Nesta data as bolsas mundiais continuavam a sofrer com a situação de instabilidade na Ucrânia, após o governo russo ter decidido enviar forças militares para a região da Crimeia. As empresas do setor do retalho foram das que mais caíram em Lisboa, sendo que a Sonae registou uma queda de 3,3% para 1,262 euros.

A 8 de abril voltamos a destacar a Sonae por perdas superiores às estimativas, com as praças a sofrerem as consequências do ressurgimento da tensão na Crimeia, após Moscovo alertar para a possibilidade de uma guerra civil. A Sonae, desta vez contrariando a sua concorrente, foi das empresas que registou maior queda, de quase 4%, para 1,336 euros por ação.

Dia 15 do mesmo mês, a Portugal Telecom caiu mais de 5%, queda superior ao VaR estimado. Neste dia, o PSI-20 encontrava-se em terreno negativo, assim com os principais índices europeus, mais uma vez, devido à pressão sobre os ativos de risco, exercida pela situação na Ucrânia. Por outro lado, a queda para 3,072 euros da PT, esteve, também, relacionada com o processo de oferta das ações da Oi, com o objetivo de aumentar o seu capital para o processo de fusão da Oi com portuguesa.

A 7 de maio, a operadora nacional volta a ter destaque por apresentar quedas, de 4,49%, para 3,041 euros, que ultrapassam as estimativas mais negativas. Isto durante o processo de fusão com a Oi, que no dia anterior havia caído mais de 6%.

Ainda em maio, dia 15, a Sonae volta registar quedas que superam o seu VaR estimado, para os dois níveis em análise. A retalhista caiu mais de 6%, para 1,218 euros, ultrapassando assim, o VaR estimado pelo modelo EGARCH, com a distribuição *Skewed T-Student*, ao nível de confiança de 99%, de - 5,8%. Neste mesmo dia foi feito público um relatório sobre o desempenho da retalhista, desenvolvido por diversos analistas. Este, evidenciava que os resultados da empresa tinham sido largamente influenciados pela crescente competição e pelos impactos negativos dos acontecimentos internacionais.

Dia 27 de junho, a Portugal Telecom volta a ver o seu VaR ser ultrapassado, por uma queda de quase 6%. Este resultado ocorre depois do anúncio de que o Grupo Espírito Santo procurava financiador para os 900 milhões de euros de papel comercial subscrito pela PT, uma aplicação que a operadora definia como de curto prazo e que vencia no mês seguinte, julho. Numa nota publicada pelo BPI Equity Research, no mesmo dia, foi ainda dito que este investimento expôs a operadora a riscos de reputação.

Já em julho, dia 3, é dado, novamente, destaque negativo à PT, que apresentou uma queda de 7,29%, para 2,28 euros. Isto ocorre após pedidos de informações, por parte da Oi, referentes aos investimentos no Grupo Espírito Santo, sem autorização do conselho de administração.

Dia 10, é a vez da NOS ver as suas quedas serem superiores ao previsto. Isto ocorre num dia em que a bolsa nacional acumula, após 7 sessões consecutivas em queda, uma perda superior a 11%, motivada pela instabilidade registada em todo o Grupo Espírito Santo.

No último dia de julho, é a Jerónimo Martins que vê o seu *VaR*, de - 5,6%, calculado pelo modelo IGARCH e distribuição *Skewed T-Student*, ao nível de 99%, ser ultrapassado. A retalhista registou uma queda superior a 13%, a maior desde setembro de 2008, após a empresa ter apresentado uma descida de 12,4% dos lucros no primeiro semestre e terem sido expostas dificuldades no mercado polaco.

Dia 6 de julho, a bolsa nacional encerrou a perder 4,07%, sendo o índice europeu que mais caiu desde do início do ano. Esta instabilidade vai de encontro à crise no Grupo Espírito Santo, sendo que o BES seria “expulso” do principal índice na semana seguinte. Embora estes resultados, a NOS é a única empresa em estudo que regista perdas superiores ao seu *VaR* estimado.

No final de setembro as empresas retalhistas destacaram-se com quedas superiores aos respetivos *VaR* estimado. Dia 23, após a Sonae Sierra anunciar futuros investimentos na Colômbia, a Sonae desvalorizou 3,99% para 1,154 euros. Dia 25, a Jerónimo Martins registou um novo mínimo em 4 anos, desvalorizando 3,68%, sendo que, com isto, a empresa havia desvalorizado 15% desde o início do ano. Estes dias foram bastante marcados pela instabilidade gerada pelo receio de que os Bancos Centrais de Inglaterra e dos Estados Unidos pudessem vir a subir juros, contrariando o alívio que o Banco Central Europeu queria implementar.

No primeiro dia de outubro, a Jerónimo Martins foi a única empresa em análise destacada por ultrapassar o *VaR*, embora se verificasse uma situação de grande instabilidade económica na Europa. A retalhista recuou 3,45% para 8,417 euros, prejudicada, principalmente pela Polónia, onde as perspetivas de crescimento não se apresentavam animadoras.

A 9 de outubro, a Portugal Telecom viu o seu VaR, estimado ao nível de 99%, com recurso ao modelo GJR-GARCH e distribuição *Skewed T-Student*, de - 13,17% ser ultrapassado. Isto acontece no dia seguinte à sua pior sessão de sempre em bolsa, após descida acentuada nas ações da Oi impulsionada pela saída de Zeinal Bava da operadora brasileira.

Dia 15, tanto a NOS, como a Sonae viram os seus VaR ultrapassados, mas apenas a primeira registou uma queda superior até ao valor estimado com nível de confiança de 99%. A empresa de telecomunicações registou um VaR mínimo de - 6,72%, calculado a partir do modelo EGARCH, distribuição *Skewed T-Student*. Isto num dia, em que as quedas foram acentuadas nos principais índices europeus, devido aos receios em torno da instabilidade económica da Grécia e do abrandamento económico mundial. A NOS sofreu uma desvalorização para 4,437 euros e a Sonae 1,004 euros, por ação.

O dia seguinte, 16 de outubro, foi bastante negro para a praça nacional, com o PSI-20 a cair mais 3%, para mínimos de dois anos, sendo que desde do início do ano havia perdido 25% do valor. Isto após a apresentação do Orçamento de Estado para 2015 e, numa altura em que eram crescentes os receios de perdas com a venda do Novo Banco. Com esta conjetura, a Sonae apresenta perdas superiores ao VaR estimado, atingido mínimos de um ano, depois de uma queda de 5,52% para 0,942 euros.

Dia 17 de outubro, apresenta-se como o terceiro dia consecutivo, em que as empresas em estudo têm “prejuízos” que superam a estimativa do VaR. Desta vez, foi a Portugal Telecom SGPS, que atingiu um novo mínimo histórico, com a queda de mais de 9% das ações. No acumulado do ano de 2014 a empresa sofria já de uma desvalorização de 61,7%. Isto após uma nota de *research* do Morgan Stanley ter sugerido um preço alvo de 0,79 euros por ação, que se situava bastante abaixo do verificado. Importa ainda referir que o único ativo da empresa é uma posição direta e indireta, de 39%, no capital da Oi, e a operadora brasileira, tinha sofrido uma queda de 7% no dia anterior.

Passado o fim de semana, a 20 de outubro, segunda-feira, voltam a registar-se perdas superiores ao VaR, para a PT. A empresa encerrou o dia a desvalorizar 10%, depois de no seu decorrer, ter atingido quedas de quase 30%. Isto verifica-se após uma redução das expectativas de que a Portugal Telecom viesse a recuperar uma maior parte do investimento de 900 milhões de euros em dívida da *holding* do Grupo Espírito Santo.

No penúltimo dia de outubro, a Jerónimo Martins vê o VaR estimado, ao nível de confiança de 99%, pelo modelo IGARCH e distribuição *T-Student*, de - 7,15%, ser ultrapassado. A empresa caiu quase 9%, para 7,255 euros, depois de no dia anterior, 29 de outubro, ter apresentado uma quebra nos lucros de 15,5%, nos três primeiros trimestres.

Dia 4 de novembro a PT SGPS encerra o mercado a cair mais de 12% para 1,197 euros, ultrapassando assim as estimativas. Isto após longos meses marcados por perdas, tanto devido ao comportamento da brasileira Oi, como à questão já referida de financiamento do Grupo Espírito Santo e depois de o ministro da economia declarar publicamente que não há intenção da parte do Governo de resgatar a PT.

4.3. De 01/01/2015 a 31/12/2015

Em 2015 é a Jerónimo Martins que se estreia na lista de empresas que vêm o seu VaR ultrapassado, no dia 5 de janeiro. Isto num momento em que o PSI-20 afunda mais de 3% em linha com as fortes quedas do resto da Europa, impulsionadas pela situação económica da Grécia e o facto do petróleo ter atingido mínimos de 5 anos. A retalhista apresenta das quedas mais acentuadas no mercado nacional, com um deslize de 4,43% para 7,875 euros.

Logo no dia 7, a Pharol vê o VaR ao nível de confiança de 99%, de - 2,08%, calculado pelo modelo GJR-GARCH, com a distribuição *Skewed T-Student*, ser ultrapassado. Isto acontece num dia em que as ações da PT atingem um novo mínimo histórico, registando a queda mais acentuada de sempre e a Oi apresenta uma tendência fortemente negativa. Por outro lado,

estes resultados são fruto do impacto das buscas realizadas pela Polícia Judiciária à sede, no dia anterior devido a queixas formuladas pela CMVM, para recolher informações sobre relações suspeitas da empresa.

Já em abril, é a Sonae que recebe atenção por resultados negativos, primeiro a dia 16 e depois a 22. Na primeira data referida, o setor do retalho pressionava a bolsa de Lisboa para quedas de mais de 1%, sendo que a empresa desvalorizou 1,98% para 1,432 euros. Na segunda data, o cenário é semelhante com as retalhistas a puxarem o principal índice nacional para terrenos negativos, com a Sonae a liderar as perdas das cotadas, com uma descida de 4,75% para 1,304 euros. Estas perdas poderão estar relacionadas com, nesse mesmo mês, a SONAE SGPS, SA, ter assumido como Co-CEO Duarte Paulo Teixeira Azevedo.

A 26 de Maio, a Sonae volta a ver o seu VaR ser ultrapassado. Neste dia, a bolsa de Lisboa encerrou com perdas, acompanhando a tendência das principais praças europeias, impactadas pela subida dos juros. Por outro lado, a retalhista paga dividendos aos acionistas, pelo que a partir daquele dia as suas ações deixaram de negociar com direito a remuneração.

Em junho, dia 8 e 12, a PT SGPS, que, desde o dia 5 do mesmo mês se passou a chamar Pharol, vê-se em mãos com perdas superiores ao VaR estimado. No dia 8, as ações da empresa afundaram mais de 5% para 0,45 euros, mantendo a tendência que se vinha a verificar anterior à mudança de designação. Para além do nome, também a atividade mudou, sendo que naquela altura os únicos objetivos da Pharol eram a gestão de uma posição na Oi e uma carteira de dívida da Rioforte, empresa do Grupo Espírito Santo, que não foi reembolsada, e que, conduziu a quedas no valor das ações desde do início do ano, de 42,77%. Já no dia 12, era noticiado que a Pharol havia perdido 120 milhões de euros em bolsa nos últimos 9 dias, sendo que era apontada como a principal causa para o recuo nunca antes visto das ações, a alteração de nome da empresa. Nesta altura a empresa apenas tinha ativos fora de Portugal e que se prendiam com uma participação na Oi e com uma

opção de compra de mais ações da mesma empresa, condicionada à recuperação dos 900 milhões de euros de dívida da Rioforte.

A 29 de junho, três empresas em estudo viram o VaR ser ultrapassado pelas suas perdas, mais uma vez, a Pharol, a Jerónimo Martins e a Sonae. Isto acontece num dia em que a bolsa nacional caiu mais de 5%, comportamento justificado pelos receios em relação à instabilidade da Grécia, depois de ter sido convocado um referendo no país para que se decidisse, a aceitação ou não, das medidas propostas pelas instituições internacionais; ter sido decidido que os bancos não iriam abrir durante uma semana; e terem sido estabelecidos limites de levantamento de dinheiro. Tudo isto justifica o receio por parte dos investidores que a Grécia, por um lado, entre em incumprimento da dívida, e, por outro, saia da Zona Euro. Neste dia a Pharol caiu 10%, para 0,387 euros, a Jerónimo Martins, 6,14% para 11,55 euros e a Sonae, 5,23% para 1,179 euros.

Já em agosto, dia 6, a Pharol volta a destacar-se pela negativa com perdas de 6,81% para 0,311 euros, valor mais baixo de sempre, num dia em que, também o PSI-20, encerra a cair 2,30%.

Dia 19 do mesmo mês, é a Jerónimo Martins que mais pressiona o principal índice português, que encerra a sessão com 17 cotadas em terreno negativo e uma em crescimento. A mesma tendência verificou-se por toda a Europa após a aprovação do terceiro resgate à Grécia por parte da Alemanha. Por cá, apenas a retalhista teve perdas superiores às estimativas, com uma queda de 4,44% para 13,015 euros, isto num dia em que as sondagens apontavam para a vitória do partido eurocético nas legislativas da Polónia, sendo que, este pretende aumentar os impostos sobre as grandes empresas, como é o caso da Jerónimo Martins.

A 24 do mesmo mês, a NOS e a Sonae apresentam perdas superiores ao VaR, sendo que a última cai de tal forma que ultrapassa a métrica calculada ao nível de confiança de 99%, pelo modelo GJR-GARCH e distribuição *Skewed T-Student*, de - 7,35%. Tal verifica-se num dia em que a bolsa nacional verifica perdas acentuadas, acompanhando a tendência dos principais índices

européus, em resultado da instabilidade económica e, por outro lado, do impacto no setor automóvel da descoberta que alguns modelos da BMW podem exceder as normas europeias, para a libertação de gases em mais de 11 vezes.

Dia 9 de novembro, enquanto a bolsa de Lisboa perde mais de 2 milhões de euros, cedendo 4,05%, a NOS e a Sonae voltaram a ultrapassar o VaR. Isto acontece após ter sido dado um passo para que o Governo socialista apoiado, no parlamento pelo Bloco de Esquerda e pelo Partido Comunista Português pudesse avançar. A Euronext iniciou o dia em queda, que se foi intensificando ao longo do dia com a divulgação de notas de investimento que indicavam que algumas propostas defendidas por um governo socialista podiam não ir de encontro aos objetivos dos principais credores do país. A empresa do setor das comunicações recuou 4,16% para 7,137 euros e a retalhista, 4,62%, para 1,057 euros.

No último dia de novembro a Pharol volta a registar quedas superiores ao VaR. A Pharol caiu 8,92% para 0,337 euros devido à diminuição das expectativas em relação à fusão da Oi com a TIM, após o presidente da Agência Nacional de Telecomunicações do Brasil ter considerado que a mesma seria prejudicial à concorrência no setor, e, ainda, depois de um dos maiores motivadores do negócio ter sido preso no âmbito da Operação Lava Jato. Por outro lado, no mesmo dia, saía um comunicado que anunciava que a Pharol havia registado prejuízos de 137 milhões de euros nos primeiros 3 trimestres do ano, devido a resultados negativos da Oi e à desvalorização do real.

Dia 18 de dezembro, é a Jerónimo Martins que volta a ser destacada por resultados mais negativos do que esperado. Tal verifica-se, após, no dia anterior, a retalhista, em comunicado enviado à CMVM, anunciar que a empresa francesa Carmignac reduziu a sua participação na portuguesa a menos de 2%. Isto leva a que a empresa verifique perdas de 2,38% para 11,92 euros, sendo a cotada que mais pressiona o PSI-20.

4.4. De 01/01/2016 a 31/12/2016

O ano de 2016 começa de forma bastante atribulada, sendo que, logo a 14 e 15 de janeiro, tanto a Jerónimo Martins como a NOS vêm as suas perdas serem superiores ao VaR estimado. Isto acontece numa altura em quem aumentam os receios em torno do abrandamento do crescimento global, e após um forte movimento vendedor que levou os índices dos Estados Unidos a fecharem as sessões a vermelho no anterior dia 13, resultando em que todas as principais praças da Europa transacionassem em terreno negativo nos próximos dias. No dia 14, a empresa do setor do retalho era a que mais penalizava o PSI-20, com uma queda de 4,95% para 11,805 euros, operadora, por sua vez caía 2,96% para 6,855 euros. No dia 15, a situação piorou a nível mundial, após a bolsa chinesa acumular uma perda superior a 20% e ocorrer uma desvalorização dos preços do petróleo. Em Lisboa, nenhuma cotada encerrou a sessão com lucro, sendo que a Jerónimo Martins se destacava com uma queda de 5,92% para 11,12 euros.

Passado o fim de semana, dia 18, volta a ser crítico para as cotadas em análise. Apenas a Jerónimo Martins registou perdas inferiores às estimativas do VaR. Importa referir que a Sonae ultrapassou, ainda, a métrica calculada ao nível de confiança de 99%, a partir do modelo IGARCH e distribuição de *Skewed T-Student*, de -7,11%. Para além da conjectura internacional, anteriormente descrita, a bolsa nacional sofria também o impacto negativo da decisão do Banco de Portugal de transferir dívida do Novo Banco para o Banco Espírito Santo, sendo que o Financial Times escrevia, nesse mesmo dia que, “os bancos da periferia da Zona Euro estão a sofrer com a decisão portuguesa de seleccionar credores seniores para recapitalizar a instituição”. A penalizar o PSI-20 estiveram: a NOS, com uma queda de 4,87% para 6,234 euros, a Pharol, que desvalorizou 7,56% para 0,22 euros e a Sonae que deslizou 7,48% para 0,915 euros.

Dia 2 de fevereiro, a NOS volta a ter em mãos perdas que superam as estimativas. Isto, no primeiro dia da semana, que foi marcada por perdas

expressivas nas principais bolsas europeias assim como, em Wall Street, com os investidores a revelarem preocupações com o curso da economia global e a procurarem ativos com menos risco possível. Em Lisboa, a operadora foi das que mais pressionou o principal índice nacional, com uma queda de 5,52% para 5,934 euros.

A 11 de fevereiro, a Sonae registou perdas, de 5,88% para 0,881 euros, mínimos de setembro de 2013, superiores ao VaR estimado. Isto após anunciar dois novos ramos de mercado, Continente Negócios, de fornecimento de material de escritório e, posteriormente, uma especialização em hotelaria e restauração. Como exposto anteriormente, o anúncio de novos investimentos, no setor do retalho, costuma resultar num dia com perdas superiores ao previsto.

No dia 25, do mesmo mês, a Pharol volta a ter destaque por perdas superiores ao esperado. Isto acontece após, a TIM, operadora brasileira, ter anunciado que o Letter One, fundo russo, não pretendia avançar com uma fusão com a Oi, depois de vários meses a reunirem para chegarem a um acordo nesse sentido, e criarem, então, uma empresa de telecomunicações no Brasil com 44% do mercado. Os títulos da portuguesa registaram uma queda de 12,88% para 0,203 euros.

No segundo dia de março, foi a vez da NOS registar perdas de 4,61%, que ultrapassavam o VaR estimado. Isto ocorre após, no dia anterior, a operadora ter apresentado resultados positivos e uma previsão de subida do dividendo por ação. No entanto, estes valores ficaram aquém das previsões dos analistas da Haitong. Por outro lado, também a pressionar o valor da ação, segundo os analistas da CaixaBI, estava a indecisão quanto à forma de distribuição dos direitos de transmissão dos jogos de futebol.

Já em maio, dia 19, a Pharol volta a sofrer perdas de 5,34% para 0,124 euros, novo mínimo histórico, superiores ao VaR. Neste dia era anunciado que a Bratel BV, com sede na Holanda, passaria a deter a cota da Pharol na Oi,

sendo que a portuguesa deixava de ter posição direta na brasileira. No entanto, é de notar que a holandesa era detida na sua totalidade pela antiga PT SGPS.

A iniciar um mês de junho bastante complicado, estiveram a Jerónimo Martins e a Sonae, que, respetivamente dias 10, sexta-feira, e 13, segunda-feira, apresentaram quedas superiores ao que as estimativas do VaR previam. Em ambos os dias as empresas do setor do retalho destacaram-se sendo das que mais pressionaram o índice nacional. Isto numa altura de grande instabilidade na Europa, por três razões principais. Primeiro, a aproximação do referendo, em que os cidadãos do Reino Unido teriam de decidir o futuro do país na União Europeia. Segundo, os investidores começavam a afastar-se dos ativos com maior risco, em antecipação a uma reunião do Federal Reserve Board nos Estados Unidos. E, por último, as eleições gerais em Espanha.

No dia 22 de junho, a Pharol ultrapassa, em perdas, o VaR ao nível de confiança de 99%, calculado pelo modelo EGARCH e distribuição *Skewed T-Student*, de - 24,31%, sendo que a empresa fechou a afundar 25,78% para 0,095 euros. Isto acontece após a Oi, ter decidido avançar para recuperação judicial porque não havia conseguido chegar a acordo com os credores para reestruturar a dívida.

Dia 24, foi mais um dia atípico, com a Pharol a superar as perdas máximas estimadas e, ainda, a NOS e a Pharol a ultrapassarem os seus VaRs, calculados para um nível de confiança de 99%, com recurso ao modelo SGARCH e distribuição *Skewed T-Student*, de - 6,79% e - 7,46%, respetivamente. Neste dia, a bolsa nacional encerrou com quedas bastante acentuadas, acompanhando a tendência das restantes bolsas mundiais, após ser conhecida a decisão do Reino Unido de sair da União Europeia. A Jerónimo Martins caiu 5,5% para 13,5 euros, já a sua concorrente retalhista, decresceu 10,27% para 0,734 euros. A Nos, por outro lado, afundou 10,53% para 5,432 euros.

Já em outubro as bolsas mundiais voltam a tremer com o “efeito Trump”, em campanha para presidência dos Estados Unidos da América, na altura. Dia

10, a bolsa de Lisboa registava mínimos de 4 meses e uma das principais responsáveis era a Jerónimo Martins que ao perder 3,33% para os 15,075 euros, caía mais do que previsto pelo VaR. Dia 14 e 15, o mesmo acontece à Pharol, que perde 6,58% para 0,213 euros e 5,74% para 0,197 euros, respetivamente, acumulando o efeito das presidenciais dos EUA com as perdas de mais de 25% numa semana da OI, e, ainda, o anúncio de que, o fundo Elliott estaria a preparar-se para deter 60% da operadora brasileira.

No primeiro dia de dezembro, a Jerónimo Martins volta a destacar-se por perder mais do que o VaR estimado previa, caindo 2,68% para 14551 euros. Neste dia a bolsa nacional encerra a perder, tal como as restantes praças europeias, numa altura em os investidores estavam atentos ao referendo sobre a reforma constitucional, a realizar em Itália, uma vez que os analistas previam que se a mesma fosse rejeitada, as obrigações italianas e os títulos dos bancos iriam sofrer uma grande volatilidade.

4.5. De 01/01/2017 a 13/06/2017

Dia 30 de Janeiro, a Sonae apresenta quedas, de 4,62% para 0,784 euros que ultrapassam o VaR. Isto acontece num dia em que por toda a Europa as praças encerram em terreno negativo e os juros dos países da periferia disparam, numa altura em que se instituiu a interdição da entrada de cidadãos de 7 países nos Estados Unidos da América, medida exemplificativa do protecionismo do Governo de Donald Trump.

A 23 de fevereiro, a Jerónimo Martins apresenta perdas superiores ao VaR estimado ao nível de confiança de 99%, com recurso ao modelo IGARCH e distribuição T-Student, de - 4,3%. Esta queda foi a maior desde a vitória do Brexit, em junho de 2016, e ocorreu após os analistas às contas, terem evidenciados que os resultados de 2016 ficaram aquém do esperado.

Em março, dias 3 e 6, a NOS apresentou resultados mais negativos do que estimado pelo VaR. No dia 3, a empresa era uma das duas cotadas que mais pressionavam o PSI-20 com uma desvalorização de 3,35% para 5,364

euros, após apresentar resultados. No dia 6, a operadora apresentou a maior queda em 8 meses, de 5,52% para 5,068 euros, como consequência dos cortes de recomendação e de preço-alvo, por parte de analistas após a apresentação de resultados.

Já em abril, dia 28, a NOS volta a destacar-se com perdas superiores ao VaR. Mais uma vez a empresa apresenta-se como uma das maiores penalizadas do principal índice nacional, recuando 3,24% para 5,258 euros, após a apresentação de resultados que ficou em linha com as estimativas, mas que não conseguiu evitar o deslize.

Finalmente, dia 2 de maio, foi a Jerónimo Martins, que viu o VaR estimado ser ultrapassado. A retalhista desceu 3,29% para 16,295 euros, num dia em que descontou dividendos de 0,61 euros para distribuir aos seus acionistas, sendo que se não fosse este ajuste técnico as ações estariam a subir.

5. Conclusões

Com a elaboração deste trabalho chega-se a algumas conclusões que merecem ser destacadas.

Começa-se pelas conclusões a retirar da análise aos modelos e distribuições utilizados. Será que os intervalos de confianças assumidos fazem sentido? Será que existem distribuições mais conservadoras do que outras? Será que todos os modelos se apresentaram “à altura” de calcular o VaR? Procurar-se-á dar resposta a estas perguntas de seguida.

Em primeiro lugar, de forma a entender o sentido das perguntas apresentadas, será interessante analisar as tabelas I e II, em anexo, que apresentam, para todos os modelos e distribuições, a percentagem de vezes em que o VaR é ultrapassado.

Sem aprofundar muito a análise, conclui-se rapidamente que, tendo em conta o nível de significância assumido, α , a percentagem de vezes em que o

VaR foi ultrapassado, para cada um dos modelos e distribuições, flutua em torno de α . No entanto, esta percentagem, para o mesmo modelo, chega a variar mais de 4 pontos percentuais, quando a o nível de probabilidade é de 95%, e mais de 2 pontos percentuais quando é de 99%.

Focando apenas na tabela para o nível de 95%, é útil verificar os modelos e distribuições para os quais foram identificados mais do que 5% de dias em que o VaR foi ultrapassado. Ao fazê-lo, percebe-se que tal só aconteceu para a Pharol e SONAE e apura-se que, para essas empresas o modelo IGARCH é o mais conservador.

Já para o caso da tabela de nível 99%, verifica-se que houve sempre modelos e distribuições que permitiram mais do que 1% de dias em que o VaR foi ultrapassado. Desta forma conclui-se que quanto mais se restringe o intervalo de confiança, isto é, quanto mais se aprofundam as abas, menos certezas existem sobre a forma da distribuição, e, assim, mais facilmente se obtêm resultados incorretos.

Posto isto, retira-se a primeira conclusão. Embora o nível de confiança de 99% seja bastante útil para que se possa filtrar ocorrências mais graves em relação ao nível de 95%, uma vez que é mais conservador, poderá não ser interessante aplicá-lo sozinho, pois oferece estatísticas mais imprecisas.

Ainda pela observação das tabelas é possível retirar uma segunda conclusão. As distribuições T-Student e *Skewed* T-Student, são as que apresentam percentagens mais baixas independentemente, do modelo e nível de confiança apresentado. Este resultado é corroborado pelo facto de, tal como apresentado na análise empírica, quando o VaR foi ultrapassado para o nível de 99%, estas distribuições terem sido sempre as que apresentaram os valores mais baixos para a métrica de risco.

Por outro lado, sabe-se que, a percentagem de vezes em que o VaR foi ultrapassado deve estar o mais próximo do nível de significância possível.

Assim, um modelo pode considerar-se mais adequado se apresentar um menor desvio do nível de probabilidade escolhido.

Para o nível de confiança de 95%, o modelo econométrico GJR-GARCH destaca-se por ser o que apresenta percentagens mais próximas de 5%, para a SONAE e a NOS, sendo que para a Jerónimo Martins e Pharol, os modelos mais fortes são o EGARCH e o SGARCH, respetivamente. Já para o nível de 99%, o modelo GJR-GARCH apresenta as percentagens mais favoráveis para todas as empresas, exceto a Pharol, para a qual o modelo de destaque é o IGARCH. Retira-se assim uma terceira conclusão: de acordo com esta métrica, o modelo GJR-GARCH foi o que melhor previu o VaR, a 1 passo, para ambos os níveis de probabilidade.

Após estas conclusões sobre a estimação da métrica VaR, será interessante verificar que conclusões se podem retirar sobre os impactos de diferentes acontecimentos nas séries dos retornos. Na revisão literária foram apontadas como razões que justificam a alta volatilidade das séries financeiras a especulação, o rompimento de uma bolha especulativa, as crises económicas e políticas e a chegada de informação ao mercado. Ora, sobre cada um destes pontos, podem ser retiradas conclusões sobre o período e as empresas em estudo.

Primeiramente, a especulação. Este é um ponto difícil de medir pela sua própria definição. Assim, praticamente todos os impactos no mercado que surgiram por antecipação de algo poderiam ser incluídos nesta categoria. Pode-se dar como exemplo, o “efeito Trump” uma vez que impactou os mercados, ainda antes deste ser eleito.

De seguida, o impacto de uma bolha especulativa. Embora no período em estudo, não se tenha verificado o rebentar de uma bolha financeira, Portugal encontrava-se numa crise económica, que tenha tido origem no rebentar de uma bolha em 2008/2009, nos Estados Unidos da América. Assim, embora não seja mensurável o impacto desta nesta análise, compreende-se a

magnitude do mesmo uma vez que anos depois, a economia ainda sofria com as suas repercussões.

Em terceiro lugar, as crises económicas e políticas. Ora como já referido, Portugal encontrava-se, de facto, numa crise económica, assim como o resto mundo ocidental, que teve, de facto, grande impacto nos valores deste estudo. Exemplo deste impacto, são as ocorrências diretamente ligadas ao BES, um grande banco português que teve de ser intervencionado com a crise económica. Já as crises económicas, tiveram da mesma forma um grande impacto. É exemplo disto a queda registada na Euronext Lisboa, assim como nas restantes praças europeias, após ter sido conhecido que a votação no Reino Unido resultou em “sim” ao Brexit.

Em quarto, e ultimo lugar, a chegada de informação ao mercado. Esta trata-se de uma das razões mais óbvias de impacto no mercado, após a análise. De facto, existem vários exemplos que o provam. No entanto, o mais curioso é que, não são apenas as “más notícias”, como seria de esperar, a impactarem negativamente o mercado. Muitas vezes, informação favorável à empresa acaba por ter um resultado negativo nos seus retornos, como foi o caso das notícias de investimentos de expansão no estrangeiro, tanto para a Sonae, como para a Jerónimo Martins.

Desta forma e como conclusão final, pode ser dito que existem de facto, melhores modelos, distribuições e até níveis de probabilidade para o cálculo da métrica de risco VaR. E que, por outro lado, o seu cálculo faz todo o sentido, uma vez que existem inúmeros acontecimentos que podem impactar as séries financeiras, a qualquer altura, pelo que é, realmente importante, para o correto funcionamento dos mercados e desenvolvimento da economia que tais riscos estejam o mais monitorizados possível.

Posto isto, seria interessante desenvolver num estudo futuro a análise do impacto da métrica VaR, na gestão financeira de posições no setor do retalho e telecomunicações, calculando esta e outras métricas de risco de forma a concluir-se acerca dos diferentes resultados das mesmas.

Referências Bibliográficas

Blanco, C., & Oks, M. (2004). Backtesting VaR models: Quantitative and Qualitative tests. *The Risk Desk*, 4(1).

Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 347-370.

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

Taylor, S. J. (2008). *Modelling financial time series*. World Scientific.

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

A. Anexos

A.1. Figuras

Figura 1 - Gráficos das séries dos retornos da Jerónimo Martins e Sonae, no período em estudo.

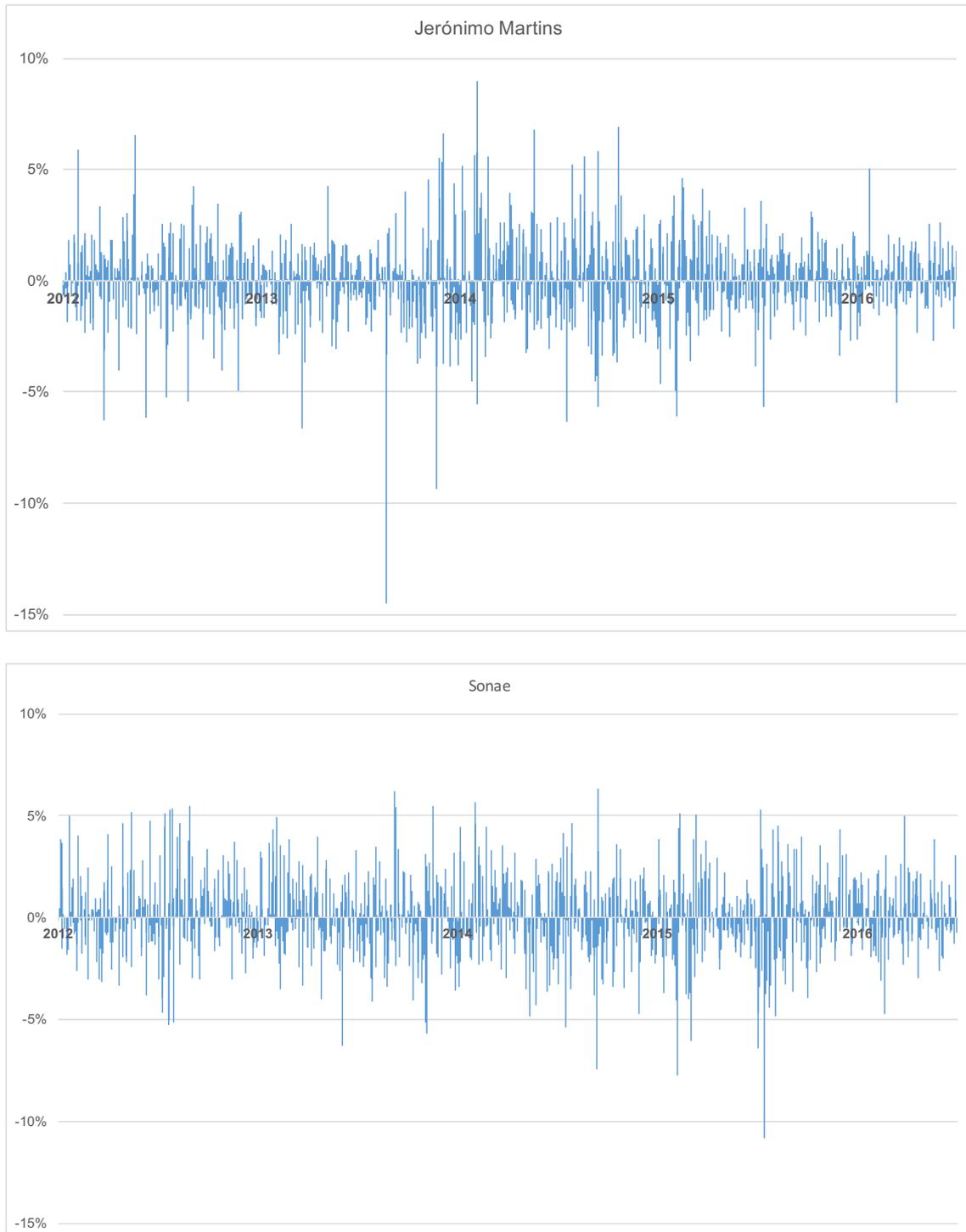


Figura 2 – Gráficos das séries dos retornos da NOS e Pharol, no período em estudo.

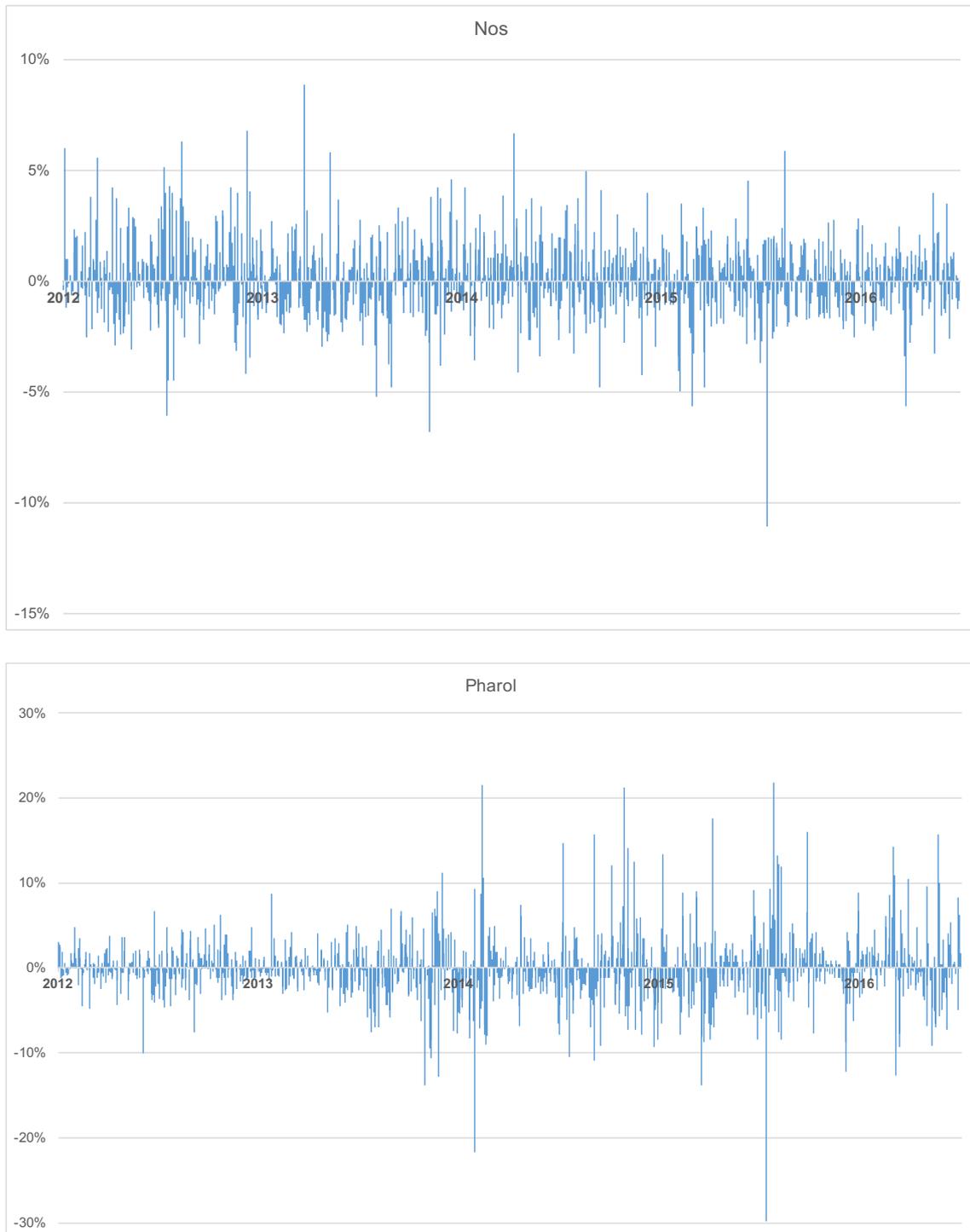


Figura 3 - Programa desenvolvido para obter os valores críticos do modelo e-GARCH com a distribuição GED, tendo em conta o nível de 99%, para a empresa Jerónimos Martins.

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

table = read.csv("JeronimoMartins-eGARCH-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(0.99),0,1,nu = i)

write.csv(critical_values, file = "JM_egarch_ged.csv")
```

Figura 4 - Programa desenvolvido para obter os valores críticos do modelo e-GARCH com a distribuição *Skewed* GED, tendo em conta o nível de 99%, para a empresa Jerónimos Martins.

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

table = read.csv("JeronimoMartins-eGARCH-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(0.99,0,1,a[i],b[i])

}

write.csv(critical_values, file = "JeronimoMartins_egarch_sged.csv")
```

Figura 5 - Programa desenvolvido para obter os valores críticos do modelo e-GARCH com a distribuição *Skewed Normal*, tendo em conta o nível de 99%, para a empresa Jerónimos Martins.

```
### programa para cálculo dos valores críticos da distribuição skewed Normal

table = read.csv("JeronimoMartins-eGARCH-snorm-1000-1.txt") # ler o ficheiro txt separado por vírgulas

# Loop

a <- table$skew
critical_values <- numeric(length=1147)

for (i in seq_along(a)){

critical_values[i] <- qsn(0.99,0,1,a[i])

}

write.csv(critical_values, file = "JM_egarch_snorm.csv")
```

Figura 6 - Programa desenvolvido para obter os valores críticos do modelo e-GARCH com a distribuição T-Student, tendo em conta o nível de 99%, para a empresa Jerónimos Martins.

```
### programa para cálculo dos valores críticos da distribuição t

table = read.csv("JeronimoMartins-eGARCH-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(0.99),i)

write.csv(critical_values, file = "JM_egarch_t.csv")
```

Figura 7 - Programa desenvolvido para obter os valores críticos do modelo e-GARCH com a distribuição *Skewed T-Student*, tendo em conta o nível de 99%, para a empresa Jerónimos Martins.

```
### programa para cálculo dos valores críticos da distribuição skew t

table = read.csv("JeronimoMartins-eGARCH-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(0.99,a[i],b[i])

}

write.csv(critical_values, file = "JM_egarch_skt.csv")
```

A.2. Tabelas

Tabela I - Percentagem de dias em que as perdas nos retornos ultrapassaram o VaR, para o nível de probabilidade de 95%.

Jerónimo Martins	GED	NORM	SGED	SNORM	ST	T
EGARCH	4,185%	4,446%	4,098%	2,877%	2,267%	2,616%
GJRGARCH	4,272%	4,098%	3,749%	2,441%	2,180%	2,354%
IGARCH	3,575%	3,923%	3,575%	2,441%	2,092%	1,744%
SGARCH	3,836%	3,836%	3,836%	2,267%	2,267%	2,354%
<i>Risk Metrics</i>	-	4,272%	-	-	-	-

NOS	GED	NORM	SGED	SNORM	ST	T
EGARCH	3,749%	3,400%	3,313%	1,744%	1,133%	1,395%
GJRGARCH	4,185%	3,836%	4,010%	2,005%	1,395%	1,744%
IGARCH	3,139%	2,964%	2,964%	1,918%	1,221%	1,482%
SGARCH	3,139%	3,226%	3,139%	1,656%	1,308%	1,656%
<i>Risk Metrics</i>	-	3,662%	-	-	-	-

Pharol	GED	NORM	SGED	SNORM	ST	T
EGARCH	5,841%	6,103%	4,882%	4,359%	1,395%	2,528%
GJRGARCH	5,493%	6,103%	5,231%	4,446%	1,656%	2,616%
IGARCH	4,708%	5,493%	4,446%	4,010%	1,744%	2,092%

SGARCH	6,190%	6,190%	5,405%	4,098%	1,918%	2,354%
<i>Risk Metrics</i>	-	5,841%	-	-	-	-

SONAE	GED	NORM	SGED	SNORM	ST	T
EGARCH	4,969%	4,882%	4,621%	3,139%	2,267%	2,877%
GJRGARCH	5,231%	4,882%	5,231%	3,313%	2,267%	3,226%
IGARCH	4,708%	4,969%	4,795%	2,703%	1,656%	2,092%
SGARCH	5,318%	5,231%	4,969%	3,139%	2,180%	2,703%
<i>Risk Metrics</i>	-	5,580%	-	-	-	-

Tabela II - Percentagem de dias em que as perdas nos retornos ultrapassaram o VaR, para o nível de probabilidade de 99%.

Jerónimo Martins	GED	NORM	SGED	SNORM	ST	T
EGARCH	1,046%	1,656%	1,133%	1,308%	0,436%	0,436%
GJRGARCH	1,308%	1,482%	1,133%	1,133%	0,436%	0,523%
IGARCH	1,046%	1,395%	1,046%	1,046%	0,436%	0,436%
SGARCH	1,133%	1,656%	1,133%	1,133%	0,436%	0,436%
<i>Risk Metrics</i>	-	1,744%	-	-	-	-

NOS	GED	NORM	SGED	SNORM	ST	T
EGARCH	0,610%	0,872%	0,610%	0,610%	0,174%	0,174%
GJRGARCH	0,785%	1,308%	0,785%	0,872%	0,262%	0,262%
IGARCH	0,697%	1,046%	0,697%	0,785%	0,174%	0,262%
SGARCH	0,697%	1,133%	0,697%	0,785%	0,174%	0,262%
<i>Risk Metrics</i>	-	1,133%	-	-	-	-

Pharol	GED	NORM	SGED	SNORM	ST	T
EGARCH	1,395%	2,354%	1,308%	1,918%	0,174%	0,349%
GJRGARCH	1,308%	2,790%	1,133%	2,267%	0,349%	0,349%
IGARCH	1,308%	2,354%	0,785%	1,744%	0,349%	0,349%
SGARCH	1,569%	2,703%	1,046%	2,180%	0,349%	0,349%
<i>Risk Metrics</i>	-	2,703%	-	-	-	-

SONAE	GED	NORM	SGED	SNORM	ST	T
EGARCH	0,610%	1,395%	0,610%	0,697%	0,174%	0,262%
GJRGARCH	1,046%	1,308%	1,046%	0,785%	0,262%	0,262%
IGARCH	0,697%	1,221%	0,697%	0,697%	0,349%	0,349%
SGARCH	0,959%	1,308%	0,872%	0,872%	0,349%	0,436%
<i>Risk Metrics</i>	-	1,482%	-	-	-	-