

UNIVERSIDADE ABERTA



IMPACTO DA VOLATILIDADE NA OTIMIZAÇÃO  
DE PORTFOLIOS FINANCEIROS

Leonel da Silva Baptista

Mestrado em Estatística, Matemática e  
Computação  
Ramo Estatística Computacional

2020

UNIVERSIDADE ABERTA



IMPACTO DA VOLATILIDADE NA OTIMIZAÇÃO  
DE PORTFOLIOS FINANCEIROS

Leonel da Silva Baptista

Mestrado em Estatística, Matemática e  
Computação  
Ramo Estatística Computacional

Dissertação orientada pelo  
Professor Doutor Amílcar Manuel do Rosário  
Oliveira

2020

# Resumo

A presente dissertação têm como âmbito a análise de três métodos diferentes de obter a volatilidade de instrumentos financeiros, nomeadamente valores mobiliários, e seu consequente impacto no resultado da rentabilidade de portfolios constituídos utilizando como pressuposto a média variância, assim como a sua exposição ao risco, sendo que a volatilidade constitui uma peça central na constituição de determinados instrumentos financeiros e respetivo calculo de exposição ao risco.

Os métodos analisados para calculo da volatilidade são a Média Movel Exponencial (EWMA), o modelo da heteroscedasticidade condicional auto-regressiva generalizada (GARCH) e a volatilidade implícita. Os dois primeiros métodos têm como subjacentes dados históricos dos instrumentos financeiros, sendo que a volatilidade implícita é a volatilidade esperada pelo mercado, sendo obtida através da cotação das opções dos respetivos subjacentes.

A análise de risco é efetuada aplicando dois métodos complementares de análise. O Value at Risk (VaR), que contempla a percentagem de perdas que excedem o VaR e o Expected shortfall (ES), que contempla a magnitude dessas perdas.

Este trabalho é realizado tendo como ferramenta de apoio a linguagem de programação R.

**Palavras chave:** Volatilidade, portfolio, rentabilidade, risco, R

# Abstract

The scope of this dissertation is to analyze three different methods of obtaining the volatility of financial instruments, namely securities, and their consequent impact on the profitability of portfolios constituted using the assumption of mean-variance, as well as their exposure to risk, volatility is a central element in the constitution of certain financial instruments and the respective calculation of exposure to risk.

The methods analyzed for calculating the volatility are the Exponential Moving Average (EWMA), the generalized autoregressive conditional heteroscedasticity model (GARCH) and the implied volatility. The first two methods are based on historical data on financial instruments, the implied volatility being the volatility expected by the market, being obtained through the quotation of the options of the respective underlying.

The risk analysis is carried out using two complementary methods of analysis. Value at Risk (VaR), which includes the percentage of losses that exceed VaR and Expected shortfall (ES), which considers the magnitude of these losses.

This work is carried out using the R programming language as a support tool.

**Keywords:** Volatility, portfolio, profitability, risk, R

*Dedicado a minha esposa*

# Agradecimentos

# Índice

<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>1 Modelação Estatística na Otimização de Portfólios</b>	<b>3</b>
<b>2 Pacotes do R para análise</b>	<b>6</b>
<b>3 Aplicação a dados do modelo</b>	<b>8</b>
3.1 Example one . . . . .	9
3.2 Example two . . . . .	9
<b>Conclusão</b>	<b>10</b>

# Lista de Tabelas

1.1	Here is a nice table! . . . . .	5
-----	---------------------------------	---



# Lista de Figuras

1.1	Here is a nice figure! . . . . .	4
-----	----------------------------------	---

# **Simbologia e notações**



# Introdução

A estatística aplicada ao sector financeiro têm sido pratica comum nas últimas décadas, sendo que a sua aplicação não se pode resumir apenas a estatística descritiva, tendo vindo a beneficiar dos avanços verificados na aplicação de ferramentas estatísticas para análise preditiva dos dados, devido essencialmente aos avanços tecnológicos no hardware de equipamentos informáticos que permitem a aplicação de algoritmos mais complexos que de outro modo não seria possível utilizar, pelo menos em tempo útil.

Um dos sectores com grande aplicabilidade dos métodos matemáticos e estatísticos nas finanças é a análise quantitativa, sendo as principais áreas de aplicação a estruturação de derivados, gestão do risco, trading automático e gestão de investimentos.

Historicamente, a análise quantitativa iniciou-se em 1900 com Louis Jean-Baptiste Alphonse Bachelier, onde a sua tese de doutoramento forneceu um modelo para estipular o preço de opções considerando uma distribuição normal ([https://en.wikipedia.org/wiki/Quantitative\\_analysis\\_\(finance\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Quantitative_analysis_(finance))).

Na década de 50, Harry Markowitz escreveu um artigo intitulado “Portfolio Selection” que viria a revolucionar o modo como selecionar uma carteira de instrumentos financeiros, aplicando princípios de correlação e variância de modo a constituir portfolios de ações , onde a “fronteira eficiente” representa portfolios que maximizam retornos de acordo com o risco assumido, providenciando modelos que demonstravam que só com a diversificação de investimentos é que se conseguiria atingir a eficiência, embora só bastante mais tarde esta teoria começa-se a ver a sua aplicabilidade nas instituições financeiras. A aplicabilidade de técnicas estatísticas fica saliente quando Markowitz estipula que “para usar a regra da média-variância na seleção de ações devemos ter procedimentos para encontrar  $\mu_i$  e  $\sigma_{ij}$  razoáveis. Estes procedimentos, eu acredito, devem combinar técnicas estatísticas e julgamento prático do Homem” (Markowitz, 1952, pp.91). As limitações do modelo prendem-se com pressuposto que não representam exatamente a realidade, como o pressu-

posto de que os retornos das ações seguem uma distribuição normal, sendo que a distribuição dos retornos segue muitas vezes uma curtose leptocúrtica, apresentando caudas pesadas.

Na década de 60, Sharpe, Lintner and Mossin desenvolveram um modelo para equilíbrio de mercado, definido como “Capital Asset Pricing Model”(CAPM), descrevendo a relação entre risco sistemático e o retorno esperado. O modelo pressupõe que, se todos os investidores contêm o mesmo portfolio, então, em equilíbrio esse deve ser o portfolio de mercado. De acordo com Sharpe (1964) em equilíbrio os preços dos ativos de capital foram ajustados de forma que o investidor consiga atingir qualquer ponto desejado ao longo da reta do mercado capital, ou “capital market line” (CMP), pressupondo que o investidor siga uma estratégia de diversificação do investimento. O CMP pode ser utilizado de modo a otimizar um portfolio, sendo o ponto tangente a curva denominada de fronteira eficiente.

Também na década de 60 foi apresentado pela primeira vez o modelo de Black-Scholes-Merton, fornecendo uma solução para valorizar opções europeias e outros derivados. O modelo assume que os preços têm uma distribuição lognormal e que a volatilidade é constante ao longo do tempo. A volatilidade que é assumida neste modelo é a volatilidade implícita da opção, ou seja, a volatilidade para o qual o valor dado pelo modelo Black-Scholes-Merton iguala o preço de mercado. Outros modelos foram desenvolvidos de modo a valorizar opções e outros derivados financeiros, entre eles a árvore binomial e simulação de Monte Carlo.

# **Capítulo 1**

## **Modelação Estatística na Otimização de Portfólios**

You can label chapter and section titles using `{#label}` after them, e.g., we can reference Chapter . If you do not manually label them, there will be automatic labels anyway, e.g., Chapter ??.

Figures and tables with captions will be placed in `figure` and `table` environments, respectively

```
par(mar = c(4, 4, .1, .1))
plot(pressure, type = 'b', pch = 19)
```

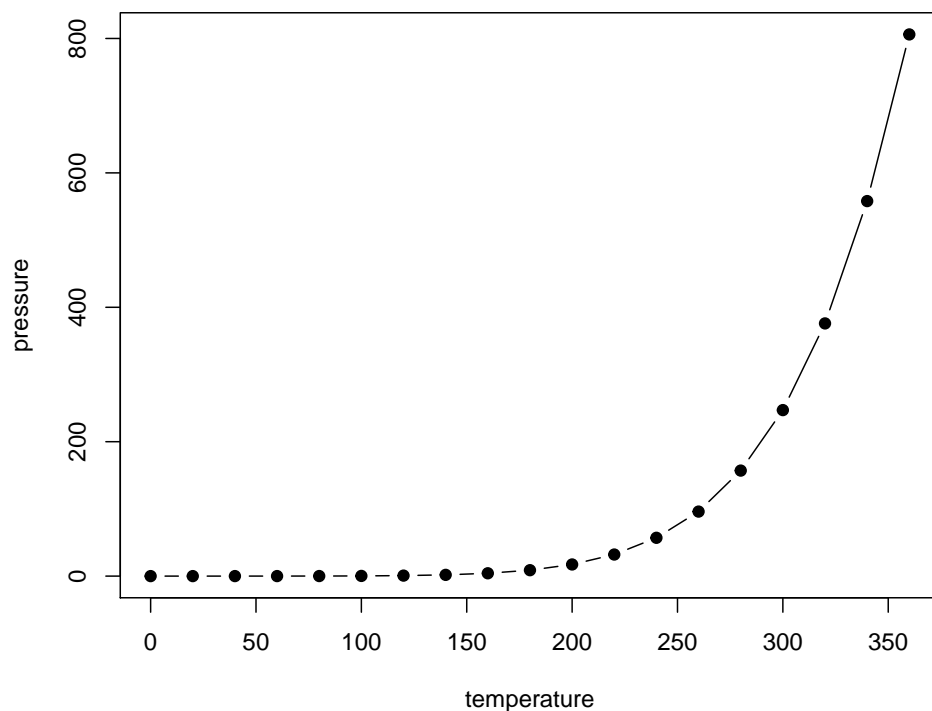


Figura 1.1: Here is a nice figure!

Reference a figure by its code chunk label with the `fig:` prefix, e.g., see Figure 1.1. Similarly, you can reference tables generated from `knitr::kable()`, e.g., see Table 1.1.

```
knitr::kable(
  head(iris, 20), caption = 'Here is a nice table!',
  booktabs = TRUE
)
```

You can write citations,(Engle & Patton, 2001, pp.33-85)

Tabela 1.1: Here is a nice table!

Sepal.Length	Sepal.Width	Petal.Length	Petal.Width	Species
5.1	3.5	1.4	0.2	setosa
4.9	3.0	1.4	0.2	setosa
4.7	3.2	1.3	0.2	setosa
4.6	3.1	1.5	0.2	setosa
5.0	3.6	1.4	0.2	setosa
5.4	3.9	1.7	0.4	setosa
4.6	3.4	1.4	0.3	setosa
5.0	3.4	1.5	0.2	setosa
4.4	2.9	1.4	0.2	setosa
4.9	3.1	1.5	0.1	setosa
5.4	3.7	1.5	0.2	setosa
4.8	3.4	1.6	0.2	setosa
4.8	3.0	1.4	0.1	setosa
4.3	3.0	1.1	0.1	setosa
5.8	4.0	1.2	0.2	setosa
5.7	4.4	1.5	0.4	setosa
5.4	3.9	1.3	0.4	setosa
5.1	3.5	1.4	0.3	setosa
5.7	3.8	1.7	0.3	setosa
5.1	3.8	1.5	0.3	setosa



## **Capítulo 2**

### **Pacotes do R para análise**

We describe our methods in this chapter.

## **Capítulo 3**

### **Aplicação a dados do modelo**

Some *significant* applications are demonstrated in this chapter.

### **3.1 Example one**

### **3.2 Example two**

# Conclusão

We have finished a nice book.

# Bibliografia

Engle, R. F. & Patton, A. J. (2001). What good is a volatility model? *Quantitative Finance*, 1(2), 237–245. DOI:10.1088/1469-7688/1/2/305

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91. DOI: 10.2307/2975974

Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425–442. 10.2307/2977928