

João Paulo Leal Gonçalves

# **Decisões de Investimento num parque informático**

O caso da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

FACULDADE DE ECONOMIA

2022

João Paulo Leal Gonçalves

# **Decisões de Investimento num parque informático**

O caso da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve

Dissertação

Mestrado em Gestão Empresarial

**Trabalho efetuado sob a orientação de:**

**Professora Doutora Eugénia Maria Dores Maia Ferreira**

**Mestre Juan Pablo Rodrigues Correia**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

FACULDADE DE ECONOMIA

2022

## **Declaração de Autoria do Trabalho**

Declaro ser o(a) autor(a) deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

João Paulo Leal Gonçalves

.....

(assinatura)

### **Direitos de cópia ou Copyright**

© **Copyright:** João Paulo Leal Gonçalves

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressor reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositório científicos e de admitir a sua copia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

## DEDICATÓRIA

Se o sonho conduz a vida,  
E a esperança conduz o sonho,  
Então a saudade é um espelho de quem nós somos,  
De onde viemos e da razão de assim sermos.

A saudade como matriz da vida,  
E como imagem em nós dos nossos ancestrais  
Tornam o sonho e a esperança  
Numa continuidade eterna,  
Dos valores, saberes e sentimentos,  
Que para nós foram passados.

Para ti Pai.

“To boldly go where no man has gone before”

**James T. Kirk**

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer a todos os que tornaram este trabalho possível e que me apoiaram nos momentos de dúvidas, frustrações e incertezas.

Aos meus orientadores, Professora Doutora Eugénia Ferreira e Mestre Juan Correia, que possibilitaram a chegada a bom porto deste trabalho de investigação.

À minha esposa Sara Nunes, que foi um suporte basilar nesta jornada, com o seu apoio constante e disponibilidade.

À minha querida amiga Rute Cristina, que por ela passou muito do sucesso deste objetivo, sendo inexcusável na ajuda em todo este processo, além de, indubitavelmente, ser uma pessoa muito especial.

No plano dos dados, um agradecimento muito especial ao meu grande amigo Nuno Vieira, que foi fundamental, assim como aos colegas Sérgio Soares e João Carmo, que foram incansáveis em todo o apoio que puderam facultar.

Aos meus colegas de mestrado, Pedro Martins, Eunice Gonçalves e Catarina Gonçalves, que foram fundamentais neste percurso académico.

À Professora Doutora Margarida Jesus que, com a sua amabilidade, disponibilidade, altruísmo, generosidade e amizade, foi um elo essencial para o desenvolvimento deste trabalho e para ultrapassar muitos momentos difíceis durante todo o processo.

Ao Eng. Joaquim Lamy Rocha que foi essencial com os seus conselhos, poder de síntese e clareza de análise.

Ao Professor Doutor Efigénio Rebelo, que me permitiu crescer enquanto profissional e chegar a este momento, capaz de realizar esta tarefa.

Ao Professor Doutor Paulo Rodrigues, que foi muito importante e a quem muito agradeço o apoio e orientação.

Por fim, e não menos importante, à minha sogra, Maria Felizarda Nunes, por me ter acolhido, desde sempre, como um dos seus.

## RESUMO

A presente dissertação aborda as decisões de investimento no parque informático da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve.

A revisão da literatura permitiu explorar os principais conceitos ligados ao investimento, entender o enquadramento das decisões de investimento e, em particular, analisar as razões das decisões tomadas na área das tecnologias de informação. Permitiu também a caracterização da tecnologia em estudo.

O principal objetivo da dissertação consistiu em estudar as decisões de investimento da Faculdade de Economia no seu parque informático no período de 2005 a 2020 e analisar os impactos dessas decisões na *performance* dos processadores do respetivo parque. A partir deste objetivo principal traçaram-se os objetivos específicos que orientaram a investigação e que consistem em: (i) analisar a evolução da *performance* do parque informático da Faculdade no período em estudo; (ii) efetuar uma análise comparativa da evolução da *performance* entre o parque informático da Faculdade e o mercado internacional; (iii) conhecer as estratégias de investimento da Faculdade; (iv) estimar o investimento para o parque informático da Faculdade para 2022; (v) apresentar cenários de investimento para o período de 2023 a 2025 utilizando um modelo de previsão de séries temporais. Estes objetivos deram origem a cinco perguntas da investigação às quais o estudo empírico pretende dar resposta.

A metodologia da investigação contemplou uma abordagem de natureza quantitativa. Os dados necessários foram obtidos na Faculdade de Economia e na empresa PassMark com as respetivas autorizações. O tratamento estatístico dos dados foi feito com recurso a algumas medidas de estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação), tabelas de frequência e gráficos e também através do modelo de previsão ARIMA de séries temporais.

Os resultados obtidos permitem concluir que a *performance* do parque informático da Faculdade registou uma evolução significativa durante o período em estudo, graças às estratégias de investimento adequadas utilizadas por esta unidade orgânica.

**Palavras-chave:** Decisões de investimentos; Tecnologias de informação; *Performance*; ARIMA, Previsão.

## **ABSTRACT**

This dissertation addresses investment decisions in the computer park of the Faculty of Economics of the University of Algarve.

The literature review allows to explore the main concepts related to investment, understand the framework of investment decisions, and analyze the reasons for decisions taken in information technologies. It also allowed the characterization of the technology under study.

The main objective of the dissertation is to study the investment decisions of the Faculty of Economics in its computer park from 2005 to 2020 and to analyze the impacts of these decisions on the performance of the processors of the respective park. Based on this main objective, the specific objectives that guide the investigation were traced, which consisted of: (i) analyzing the evolution of the performance of the Faculty's IT park during the period under study; (ii) carry out a comparative analysis of the evolution of performance between the Faculty's IT park and the international market; (iii) knowing the Faculty's investment strategies; (iv) estimate the investment for the Faculty's IT park for 2022; (v) present investment scenarios for the period from 2023 to 2025 using a time series forecasting model. These objectives gave rise to five research questions to which the empirical study intended to answer.

The research methodology includes a quantitative approach. The necessary data were obtained from the Faculty of Economics and the company PassMark with the respective authorizations. The statistical treatment of the data was carried out using some measures of descriptive statistics (mean, standard deviation, and coefficient of variation), frequency tables and graphs and, on the other hand, the use of a model of ARIMA time series forecast.

The results obtained allow us to conclude that the performance of the Faculty's IT infrastructure recorded a significant evolution during the period under study, thanks to the appropriate investment strategies used by this organic unit.

***Keywords:*** *Investment decisions; Information technologies; Performance; ARIMA; Forecast.*

# ÍNDICE GERAL

Página

<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>Capítulo 1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Apresentação da temática, importância e pertinência do estudo.....	1
1.2 Objetivos e perguntas da investigação .....	2
1.3 Opções metodológicas .....	3
1.4 Estrutura e conteúdo do trabalho.....	4
<b>Capítulo 2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Conceitos de investimento e decisões de investimento.....	6
2.2 Enquadramento geral sobre decisões de investimento.....	8
2.3 Decisões de investimento em algumas áreas de conhecimento .....	10
2.4 Decisões de investimento na área das tecnologias de informação .....	12
2.5 Caracterização da tecnologia.....	17
2.5.1 Processadores elegíveis x86.....	18
2.5.2 O PerformanceTest e o seu modelo de funcionamento.....	18
<b>Capítulo 3. METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
3.1 Metodologia .....	20
3.1.1 Faculdade de Economia da Universidade do Algarve .....	21
3.1.2 População a estudar e procedimentos utilizados na obtenção dos dados.....	23
3.1.2.1 População-alvo.....	23
3.1.2.2 Obtenção dos dados .....	23
3.1.2.3 Obtenção dos dados do mercado internacional.....	24
3.1.3 Tratamento estatístico a que os dados foram submetidos .....	24
3.1.3.1 Medidas descritivas.....	25
3.1.3.2 Modelo de previsão.....	26
3.1.3.2.1 Modelo AutoRegressive .....	27
3.1.3.2.2 Modelo Moving Average.....	27
3.1.3.2.3 Modelo ARMA.....	28
3.1.3.2.4 Modelo ARIMA.....	29
3.1.3.3 Metodologia para aplicação do modelo ARIMA .....	30
3.1.3.4 Avaliação e seleção do modelo.....	31
3.1.3.4.1 Akaike Information Criterion, 1973 .....	32
3.1.3.4.2 Bayesian Information Criterion, 1978 .....	33
3.1.3.4.3 Hannan - Quinn Information Criterion, 1979 .....	33
3.1.3.5 Validação do modelo .....	34
<b>Capítulo 4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
4.1 Faculdade de Economia .....	35

4.1.1	Dados iniciais.....	35
4.1.2	Substituição após aquisições.....	36
4.1.3	Aquisições/substituições no período em estudo .....	37
4.1.4	Apresentação do CPU Mark por processador .....	37
4.1.5	Cálculo da média dos CPU Mark do parque informático da Faculdade .....	39
4.1.6	Indicador de Performance de 2005 a 2020.....	40
4.1.7	Análise da dispersão .....	42
4.2	Mercado Internacional .....	44
4.2.1	Dados iniciais.....	44
4.2.2	Médias dos CPU Mark de 2008 a 2020 no mercado internacional.....	45
4.2.3	Análise de dispersão .....	47
4.3	Análise comparativa.....	48
4.4	Análise ao investimento .....	51
4.4.1	Estratégia de aquisição da Faculdade de Economia.....	52
4.4.2	Evolução dos preços de lançamento dos processadores x86 .....	53
4.4.3	Análise de Investimento na Faculdade de Economia.....	55
4.5	Estimativa de investimento no parque informático da Faculdade para o ano de 2022 .....	58
4.5.1	Estado atual dos equipamentos informáticos da Faculdade.....	59
4.5.2	Análise dos processadores .....	60
4.5.3	Processo de estimativa e escolha do orçamento.....	62
4.6	Modelo de previsão ARIMA.....	64
4.6.1	Teste de estacionariedade .....	65
4.6.2	Estimativa do modelo .....	69
4.6.3	Realização da previsão.....	73
4.6.4	Comparação de modelos.....	75
4.6.5	Teste à previsão .....	76
4.7	Investimento para 2023-2025.....	76
4.7.1	Cenários de Investimento para 2023-2025 .....	79
<b>Capítulo 5. CONCLUSÕES .....</b>		<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>86</b>
Apêndice 1 – Arquitetura x86 .....		91
Apêndice 2 – Modo de funcionamento do software PerformanceTest .....		93
Apêndice 3 – Opção Dynamic Forecast.....		96
Apêndice 4 – Opção Stochastic Simulation .....		97
Apêndice 5 – Modelo ARIMA (4,2,0).....		99
Anexo A – Autorização da Faculdade de Economia.....		103
Anexo B – Autorização da PassMark .....		104

# ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 3.1 Metodología Box-Jenkins .....	30
--	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Página

Gráfico 4.1 Equipamentos existentes em 2005 .....	36
Gráfico 4.2 Equipamentos existentes em 2008 .....	36
Gráfico 4.3 CPU Mark por processador referente ao ano de 2005 .....	38
Gráfico 4.4 CPU Mark por processador em 2008 .....	38
Gráfico 4.5 Médias dos CPU Mark da Faculdade no período de 2005 a 2008 .....	39
Gráfico 4.6 Indicadores de performance da Faculdade de 2005 a 2020 .....	41
Gráfico 4.7 Investimento da Faculdade de 2006 a 2020 .....	41
Gráfico 4.8 Percentagem de evolução anual dos IP da Faculdade .....	42
Gráfico 4.9 Coeficiente de variação dos valores dos CPU Mark do parque da Faculdade .....	43
Gráfico 4.10 Médias dos CPU Mark do mercado internacional de 2008 a 2020 .....	45
Gráfico 4.11 Evolução tecnológica do mercado internacional de 2008 a 2020 .....	45
Gráfico 4.12 Coeficiente de variação no mercado internacional .....	47
Gráfico 4.13 Comparação da evolução anual da performance entre o parque informático da Faculdade e o mercado internacional .....	48
Gráfico 4.14 Percentagem da renovação anual do parque informático da Faculdade .....	49
Gráfico 4.15 Número de processadores por série no parque da Faculdade .....	52
Gráfico 4.16 Quota de mercado dos processadores x86 .....	55
Gráfico 4.17 Valor médio unitário em euros do investimento realizado pela Faculdade .....	56
Gráfico 4.18 Número de processadores intel/amd no parque informático da Faculdade .....	57
Gráfico 4.19 Gráfico dos dados sem diferenciação .....	65
Gráfico 4.20 Correlograma dos dados sem diferenciação .....	67
Gráfico 4.21 Gráfico dos dados com dois graus de diferenciação .....	68
Gráfico 4.22 Correlograma dos dados com dois graus de diferenciação .....	69
Gráfico 4.23 Ljung-Box Q test of the residual para o modelo ARIMA (0,2,3) .....	72
Gráfico 4.24 Teste inverse roots of arma polynomial(s) para o modelo ARIMA (0,2,3) .....	72
Gráfico 4.25 Ajustamento do modelo ARIMA (0,2,3) .....	73
Gráfico 4.26 Actual, fitted e residual para o modelo ARIMA (0,2,3) .....	73
Gráfico 4.27 Previsão para o modelo ARIMA (0,2,3) .....	74
Gráfico 4.28 Gráfico da previsão para o modelo ARIMA (0,2,3) com simulação estocástica ...	74

## ÍNDICE DE TABELAS

Página

Tabela 4.1 Substituições/aquisições por ano.....	37
Tabela 4.2 Totais de observações e processadores do mercado internacional .....	44
Tabela 4.3 Desvio entre as médias dos CPU Mark do mercado internacional e do parque da Faculdade .....	49
Tabela 4.4 Valores de lançamento de algumas gerações de processadores Intel e AMD.....	53
Tabela 4.5 Comparação entre investimento e renovação do parque informático da Faculdade nos períodos 2014-2017 e 2018-2020.....	57
Tabela 4.6 Comparação do CPU Mark dos equipamentos do parque informático da Faculdade com a média dos CPU Mark do mercado internacional no ano de 2021 .....	59
Tabela 4.7 Número de equipamentos do parque informático da Faculdade por percentagem de desvio .....	59
Tabela 4.8 Preço dos processadores, Intel e Amd, baseados nos preços unitários disponíveis na empresa Globaldata (n.d.) A 11 de agosto de 2022 .....	60
Tabela 4.9 Total de investimento e ganhos potenciais de performance no parque informático da Faculdade na aquisição de 46 processadores .....	61
Tabela 4.10 Composição e preço final do equipamento informático.....	62
Tabela 4.11 Relação entre o valor do orçamento e o ganho de performance.....	63
Tabela 4.12 Teste ADF dos dados sem diferenciação .....	66
Tabela 4.13 Teste ADF com dois graus de diferenciação.....	68
Tabela 4.14 Critérios para aplicação do modelo ARIMA.....	70
Tabela 4.15 Resultados da estimativa do modelo ARIMA (0,2,3) .....	71
Tabela 4.16 Tabela com os valores da previsão para o modelo ARIMA (0,2,3).....	75
Tabela 4.17 Comparação de cinco modelos ARIMA .....	75
Tabela 4.18 Dados reais de 2021 para análise comparativa com a previsão.....	76
Tabela 4.19 Previsão de aumento das médias dos CPU Mark para o mercado internacional pelo modelo ARIMA (0,2,3).....	76
Tabela 4.20 Processadores existentes no parque informático da Faculdade em 2021 com previsão de desvio em relação ao mercado internacional entre 2022 e 2024.....	77
Tabela 4.21 Parque informático da Faculdade entre 2023 e 2025 organizado pelo desvio em relação aos CPU Mark previstos para o mercado internacional de 2022 a 2024 .....	77
Tabela 4.22 Potencial desvio dos processadores para aquisição em 2022 em relação aos CPU Mark previstos para o mercado internacional entre 2022 e 2024.....	78
Tabela 4.23 Cenários de investimento para o parque informático da Faculdade entre 2023 e 2025.....	79

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACF	Autocorrelation Function
AIC	Akaike Information Criterion
AMD	Advanced Micro Devices, Inc.
AR	Autoregressive
ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average
ARM	Advanced RISC Machine
ARMA	Autoregressive Moving Average
AUD	Australian Dollar
AVX	Advanced Vector Extensions
BIC	Bayesian Information Criterion
BU	Business Units
CAD	Computer Aided Design
CISC	Complex Instruction Set Computer
CPU	Central Processing Unit
IBM	International Business Machines Corporation
Intel	Intel Corporation, Inc.
IP	Indicator de Performance
FEUALG	Faculdade de Economia da Universidade do Algarve
FMA	Fused Multiply-Accumulate
HQ	Hannan-Quinn Criterion
MA	Moving Average
MAPE	Mean Absolute Percentage Error
MSRP	Manufacturer's Suggested Retail Price

TI	Tecnologias de Informação
TIC	Theil Inequality Coefficient
PACF	Partial Autocorrelation Function
PC	Personal Computer
PPI	Producer Price Index
RAM	Random Access Memory
RISC	Reduced Instruction Set Computer
RCP	Recommended Customer Price
RMSE	Root-Mean-Square Error
SIMD	Single Instruction, Multiple Data
SSE	Streaming SIMD Extensions
UCEE	Unidade de Ciências Económicas e Empresariais
UEA	Unidade de Economia e Administração
UO	Unidade Orgânica
USD	United States Dollar

# Capítulo 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação da temática, importância e pertinência do estudo

As decisões de investimento numa empresa, organização ou instituição, em particular quando dizem respeito à tecnologia, têm de ser tratadas com a máxima cautela, dado que os recursos financeiros são escassos e devem ser racionalizados o mais estrategicamente possível.

As decisões de investimento em Tecnologias de Informação (TI), nas organizações em geral e nas universidades em particular, são de suma importância, uma vez que é essencial que os investimentos sejam realizados criteriosamente e que ajudem na missão geral da instituição, garantindo que esta recolha os benefícios decorrentes dos mesmos Wilmore (2014).

Quando se trata de tecnologia, tendo em conta a necessidade periódica de reinvestimentos, torna-se ainda mais importante e primordial ter uma estratégia delineada que permita evitar perdas de *performance* (Dong *et al.*, 2021).

Nas empresas ou nas organizações em geral, as decisões de investimento nos respetivos parques informáticos são uma fonte de vantagem competitiva e devem ser tomadas de forma sustentada, pois investimentos mal ponderados afetam significativamente a *performance*, o que pode levar a perdas competitivas e estratégicas (Lin 2007; Wilmore, 2014; Chen *et al.*, 2018; Dong *et al.*, 2021).

Este trabalho de investigação irá focar-se no estudo dos investimentos da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve, doravante designada por Faculdade, na aquisição de computadores *desktop*<sup>1</sup> e na análise da *performance* dos seus processadores.

A análise irá debruçar-se sobre os processadores do parque informático da Faculdade, no período de 2005 a 2020, relativamente à *performance*, valor de aquisição, quantidades adquiridas e estratégias de aquisição desses equipamentos, no decurso do período em análise.

---

<sup>1</sup> Equipamentos informáticos *desktop* – computadores de secretária

A pertinência do estudo prende-se, por um lado, com a importância da temática sobre as decisões de investimento e, por outro lado, pelo facto do autor do mesmo ser funcionário da Universidade do Algarve, exercer a sua atividade profissional como técnico de informática na Faculdade de Economia e interessar-se pelas questões ligadas às novas tecnologias.

## **1.2 Objetivos e perguntas da investigação**

A presente investigação, subordinada ao tema “Decisões de Investimento num parque informático – O caso da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve”, foi orientada pelos seguintes objetivos:

- avaliar os impactos que os investimentos feitos pela Faculdade tiveram na *performance* geral do seu parque informático;
- comparar a evolução da *performance* dos processadores da Faculdade com a evolução da *performance* dos processadores no mercado internacional, a fim de determinar os efeitos que os investimentos realizados no seu parque informático tiveram ao nível da sua atualização tecnológica;
- avaliar as decisões de investimento efetuadas pela Faculdade no seu parque informático no período em análise;
- efetuar uma estimativa de investimento para o ano de 2022, tendo por base o parque informático da Faculdade do ano de 2021;
- usar um modelo de previsão *AutoRegressive Integrated Moving Average* (ARIMA), para estimar a evolução da *performance* dos processadores do mercado internacional, a fim de projetar um potencial investimento no parque informático da Faculdade para os anos compreendidos entre 2023 e 2025.

A fim de atingir os objetivos delineados, formularam-se as seguintes perguntas às quais a investigação pretende dar resposta:

1. Como evoluiu a *performance* dos processadores do parque informático da Faculdade de Economia tendo em conta os investimentos realizados no período de 2005 a 2020?

2. Como se compara a *performance* dos processadores da Faculdade com a *performance* dos processadores do mercado internacional no período compreendido entre 2008 e 2020?
3. Quais as estratégias de investimento usadas pela Faculdade ao longo do período em análise e os impactos na *performance* geral do seu parque informático?
4. Qual o potencial investimento a realizar no parque informático da Faculdade para o ano de 2022, tendo por base o parque informático da Faculdade em 2021?
5. Utilizando o modelo de previsão ARIMA, quais os cenários de investimento para o período de 2023 a 2025?

Considerando que, as novas tendências mostram que a conectividade, via *internet*, é uma realidade consolidada na indústria (Wilmore, 2014) e que leva a uma pressão ainda maior sobre a vertente tecnológica, não só nas universidades, mas também no sector empresarial, a qualidade das decisões em TI nas instituições de ensino superior torna-se, cada vez mais, num aspeto crucial.

De modo a acautelar a qualidade de tais decisões, é necessário ter o máximo de informação possível. Atanu *et al.* (2020) afirmam que um dos maiores objetivos dos modelos de séries temporais é a previsão de valores futuros, ao ser estudado o padrão dos dados no passado e que essa previsão é vital no planeamento, a curto, médio e longo prazo, quer nas organizações quer nas grandes empresas.

Através de um modelo de previsão de séries temporais, procura-se estimar a evolução do mercado internacional e os desafios que a Faculdade poderá enfrentar nos anos mais imediatos, tendo em conta a previsão da evolução efetuada a esse mercado, entre os anos de 2021 e 2024.

### **1.3 Opções metodológicas**

A presente dissertação é um estudo de caso e, atendendo aos objetivos propostos, às perguntas da investigação e ao tratamento estatístico a que os dados foram submetidos, a metodologia da investigação contempla uma abordagem de natureza quantitativa.

Os dados necessários foram providenciados pela Faculdade de Economia, instituição sobre a qual incidiu este estudo. Os dados referentes ao mercado internacional foram facultados pela empresa PassMark, empresa com reconhecida reputação na área

específica de recolha e análise da *performance* de componentes informáticos e que se encontra a operar no mercado há já alguns anos.

Dadas as características do estudo e da informação necessária para atingir os objetivos do mesmo, o tratamento estatístico dos dados foi feito com recurso, a algumas medidas de estatística descritiva. Para realizar o modelo de previsão utilizou-se o modelo ARIMA de séries temporais.

## **1.4 Estrutura e conteúdo do trabalho**

Esta dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos

O capítulo 1, constituído pela presente introdução, expõe a problemática a investigar, a sua importância e a pertinência do estudo, os objetivos e as perguntas da investigação, as opções metodológicas, bem como a estrutura e o conteúdo do estudo.

No capítulo 2, apresenta-se o enquadramento teórico do tema, iniciando-se com uma revisão da literatura sobre decisões de investimento. Segue-se uma introdução aos processadores x86 usados no estudo e apresenta-se, também, o programa informático que realiza os testes de *performance* aos processadores mencionados.

O capítulo 3 descreve e justifica a metodologia utilizada ao longo do estudo. Caracteriza a instituição sobre a qual o estudo incidiu, apresenta os objetivos e as perguntas da investigação, descreve a população-alvo e os procedimentos utilizados na obtenção dos dados e informa o tratamento estatístico a que os dados foram submetidos.

No capítulo 4, procede-se à análise e interpretação de resultados. Neste capítulo a análise é feita sequencialmente da seguinte forma:

- 1) Análise da evolução da *performance* do parque informático da Faculdade, no período de 2005-2020;
- 2) Análise da evolução da *performance* no mercado internacional, no período de 2008-2020;
- 3) Análise comparativa entre a *performance* do parque informático da Faculdade e a do mercado internacional;
- 4) Análise do investimento efetuado pela Faculdade no seu parque informático no período em estudo;

- 5) Estimativa de investimento para o parque informático da Faculdade em 2022;
- 6) Previsão da evolução da *performance* do mercado internacional para os anos de 2021 a 2024;
- 7) Cenários de investimento para o parque informático da Faculdade para o período de 2023 a 2025.

Por fim, no capítulo 5 expõe-se as principais conclusões da investigação realizada, as suas limitações bem como sugestões para trabalhos futuros.

## Capítulo 2. REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo, que resulta de uma revisão da literatura, tem como principal finalidade apresentar o enquadramento teórico do tema em estudo.

Inicia-se com a apresentação dos conceitos de investimento e decisões de investimento, seguindo-se um enquadramento geral sobre a temática. Aborda-se em seguida as decisões de investimento em algumas áreas do conhecimento e as decisões de investimento na área específica das tecnologias de informação. A seguir, efetua-se a caracterização tecnológica dos processadores x86, que constituem a base do presente estudo e termina-se com a apresentação do programa informático *PerformanceTest*, que efetua os testes de *performance* aos processadores x86.

### 2.1 Conceitos de investimento e decisões de investimento

O estudo que agora se inicia enquadra-se no âmbito da Gestão Financeira que, segundo Damodaran (2014), é uma área que se estende a todas as decisões da atividade de uma empresa que afetem as suas finanças e, como tal, é uma área vital na vida das empresas. O autor afirma, ainda, que todas as decisões efetuadas numa empresa têm implicações financeiras e qualquer decisão que incida sobre o uso de dinheiro no negócio é uma decisão financeira. Todas as empresas, sejam elas multinacionais, pequenas empresas ou pequenos negócios, têm de investir os seus recursos de forma sustentada.

Em termos gerais, pode dizer-se que um investimento consiste numa aplicação de capital numa operação que acarreta riscos e envolve tempo e que tem por objetivo a geração de valor ou benefício de curto, médio ou longo prazo.

Ainda no que concerne à noção de investimento, Singh (2016) afirma que o dinheiro não tem valor a não ser que seja investido. Este autor realça que o termo investimento é entendido de forma diferente por especialistas das áreas da economia e das finanças. Os economistas consideram que um investimento é capital novo e produtivo (como por exemplo investimento em máquinas, computadores, linhas de produção, entre outros), enquanto os especialistas financeiros enfatizam que um investimento consiste na alocação e transferência de recursos monetários de uma pessoa, individual ou coletiva, para outra. Neste sentido existem dois tipos de investimentos: (i) o investimento económico ou industrial; (ii) e o investimento financeiro.

O investimento económico ou industrial, segundo Soares *et al.* (2015), é aquele em que as empresas investem com o objetivo de criar ou aumentar a produção de bens ou prestação de serviços. Estes autores acrescentam que é a troca da uma satisfação atual, associada a um custo, por uma satisfação futura, associada a benefícios esperados e dão como exemplo a aquisição de equipamentos para aumentar a produção, como sendo um benefício esperado. O custo e o benefício estão separados no tempo, com o primeiro a ocorrer no presente e o segundo a materializar-se ao longo de períodos futuros. Os autores salientam, ainda, que existe uma margem de incerteza quanto à eficiência do investimento, o que impossibilita o conhecimento, à partida, dos benefícios finais.

O investimento financeiro é aquele que é aplicado em algum tipo de capital financeiro para obter retorno. Neste caso, o investimento envolve algum período de espera para se obter lucros no futuro, seja através de taxas de juro, dividendos, ações, aplicações financeiras ou valorização do capital cotado em bolsa (Soares *et al.*, 2015).

Também se considera um investimento financeiro quando se trata de especulação e apostas, mas estes diferem em termos de risco, tempo de resposta dos resultados e total de ganhos (Singh, 2016).

Para se efetuar qualquer tipo de investimento é preciso que exista uma decisão que, segundo Damodaran (2014), as empresas devem tomar da forma o mais precisa possível, pelo facto de terem recursos financeiros escassos. O autor afirma também que a função mais importante da teoria das finanças corporativas é a de fornecer às empresas uma forma de tomar decisões de maneira devidamente informada.

Sendo assim, decisões de investimento podem ser definidas como aquelas que criam valor e lucro (como por exemplo as que criam uma linha de produtos nova), mas também as que permitem que a empresa poupe dinheiro (como a implementação de um novo sistema de distribuição que seja mais eficiente) (Damodaran, 2014).

Para além destas, decisões tais como que tipo de inventário manter e as quantidades do mesmo, conceder ou não crédito a clientes e quais os valores do mesmo, a escolha de mercados em que a empresa possa entrar e a aquisição de outras empresas, podem também ser consideradas decisões de investimento (Damodaran, 2014).

Os investimentos considerados neste estudo inserem-se no tipo dos investimentos económicos.

## **2.2 Enquadramento geral sobre decisões de investimento**

No início dos anos quarenta do século XX, a temática das decisões de investimento já possuía relevância académica. Bissell (1941) refere que a taxa de investimento depende da natureza, das condições dos ativos financeiros existentes e do que é tecnicamente exequível.

Segundo Bissell (1941), a maneira como as empresas investem nas áreas técnicas está relacionada com o nível de dependência que a empresa tem das mesmas. Todavia, existem dois fatores a ponderar: por um lado, os investimentos podem ser determinados pelas condições do parque técnico existente e como este ficaria com as últimas inovações, por outro lado, os investimentos podem estar diretamente relacionados com a quantidade de equipamentos existentes e não com a sua tipologia técnica.

Já Dulles (1942) afirma que dois importantes fatores que têm influência determinante nas decisões de investimento, além das rápidas alterações técnicas, são a liderança e as atitudes humanas.

Segundo Buchanan (1942), a partir do momento em que se deixa de assumir que a evolução tecnológica não está ligada às necessidades de investimento, a relação entre a antecipação da adoção tecnológica e o investimento torna-se, simultaneamente, mais simples e mais complexa. Mais simples, porque as despesas de investimento já não estarão relacionadas com o aumento da produção do equipamento em si, mas com a superioridade tecnológica do mesmo, e mais complexas, porque a instalação de novos equipamentos pode provocar problemas devido à dificuldade de adaptação e atrasos nos processos de produção definidos nas empresas.

Buchanan (1942) observa, ainda, que as mudanças tecnológicas são anualmente responsáveis pelo largo volume de investimento efetuado pelas empresas, não se conseguindo estabelecer grandes ligações com as análises de antecipação desse investimento.

Mais tarde, a preocupação centra-se no risco e incerteza da temática. Zobian (1966) defende que as decisões de investimento são uma tarefa muito complexa, pelo que, para se tomar tais decisões, é necessário analisar toda a informação disponível de forma criteriosa. Nesse processo o gestor tem de compreender se o seu treino, a sua educação

formal, a experiência especializada e a sua inteligência o tornam qualificado para a tomada de decisão.

As decisões de investimentos podem ser certas, incertas (parcialmente ou no seu todo), arriscadas, ou arriscadas e incertas. Existe risco quando cada alternativa tem um conjunto de resultados possíveis e é conhecida a probabilidade de cada resultado. Quanto à incerteza, ela está presente quando a probabilidade desse resultado é total ou parcialmente desconhecida (Kaplan e Barish, 1967).

Smith (1971) acrescenta que é normal falar-se em decisões de investimento quando se trata da incerteza na tomada da decisão, o que implica não deter todo o conhecimento no momento da tomada de tal decisão. Assim, fica claro que a ação e escolha são características do presente, mas as consequências das mesmas serão sentidas no futuro.

Perkins e Reyna (1990) afirmam que, quando se trata de decisões de investimento, os níveis de especialização e conhecimento são muito relevantes, e referem que a correlação entre as preferências e o conservadorismo de tais decisões diminui à medida que a especialização e o conhecimento aumentam.

Com a evolução do conhecimento nesta área temática, as decisões de investimento começam a ser vistas como decisões estratégicas e fundamentais para as empresas, instituições ou organizações.

Decisões estratégicas de investimento incluem o processo de identificação, avaliação e seleção de entre os projetos que, provavelmente, proporcionariam a maior vantagem competitiva para a empresa. Este tipo de decisões afeta a empresa no seu todo, mais concretamente no que faz (produtos, serviços, etc.), onde faz (as estruturas e a dispersão geográfica da operação) e como faz (processos de produção). Assim sendo, é fundamental que as decisões estratégicas de investimento sejam precisas, não podendo somente ser vistas na perspectiva do departamento financeiro, pois essa é uma visão excessivamente restrita no processo de decisão (Adler, 2000).

As decisões de investimento são fundamentais para gerir mudanças estratégicas, sustentando o desempenho corporativo de longo prazo. Decisões tais como: aquisições, investimentos em novas instalações, desenvolvimento de novos produtos, implementação

de novas tecnologias ou adoção de novos processos de negócios, têm grandes implicações para a organização e para o seu futuro sucesso (Emmanuel *et al.*, 2010).

Contudo, cada decisão de investimento representa um desafio pela sua incerteza. O nível de tal incerteza é certamente maior em projetos inovadores, já que as decisões tomadas anteriormente dificilmente servirão de apoio à decisão para tais projetos. Quando a decisão é tomada, os investimentos são largamente irreversíveis e perdas financeiras significativas podem ocorrer (Emmanuel *et al.*, 2010).

Emmanuel *et al.* (2010) acrescentam que o entendimento do processo da tomada de decisões de investimento requer que a complexidade da vida real seja reconhecida, bem como reconhecer explicitamente o contexto organizacional e aceitar que essa análise sofisticada faça parte do processo de gestão. O processo da tomada de decisão está, portanto, dependente do contexto e das experiências que o gestor viveu.

### **2.3 Decisões de investimento em algumas áreas de conhecimento**

As decisões de investimento são uma temática amplamente abordada em diversas áreas de conhecimento, para além das tecnologias de informação.

Li *et al.* (2022) referem que apenas aproximadamente 5% dos investidores orientais comuns têm sucesso nos investimentos na bolsa de valores na China, contudo o seu entusiasmo nunca diminui. Mencionam, ainda, que os investidores ocidentais são igualmente irracionais, pois são propensos a tomar decisões de compra ou venda apressadamente, quando expostos a qualquer tipo de notícia (positiva ou negativa) dos mercados financeiros. Contudo salientam, que as diferenças culturais entre os investidores orientais e ocidentais, enquanto processo de formulação de ideias, afetam em grande parte a propensão ao risco no processo de tomada de decisão.

Segundo Vardia *et al.* (2021), as decisões de investimento constituem uma atividade complexa, pelo que podem ser definidas pelo melhor processo de escolher um caminho de entre várias opções. Estes autores referem, ainda, que a teoria comportamental de finanças tem um importante papel nas decisões de investimento.

Os autores anteriores sublinham que os investimentos são a espinha dorsal de qualquer economia e que existem investimentos seguros e investimentos não seguros.

Investimentos seguros (*markable*) são investimentos facilmente convertidos em capital (i.e. ações de empresas), ao passo que os investimentos não seguros (*non-markable*) são investimentos que apresentam maiores dificuldades na conversão para capital num curto espaço de tempo (i.e. fundos de capital de risco). Os investidores escolhem onde e como investem baseados nas suas necessidades, preferências, capacidade de assumir riscos e expectativas de retorno do investimento.

Acrescentam, ainda, que os investimentos dos pequenos investidores, garantem uma grande quantidade de capital para as empresas e, apesar das teorias tradicionais defenderem que os investidores têm um comportamento racional, quando se trata de realizar tais investimentos no mercado financeiro, essas decisões são influenciadas por fatores psicológicos e emocionais.

Vardia *et al.* (2021) referem que o ramo da economia que lida com este paradoxo é conhecido como finanças comportamentais, as quais para explicarem as decisões financeiras irracionais dos investidores, combinam teorias comportamentais de psicologia cognitiva, com a teoria convencional da economia.

Ao nível do comércio eletrónico, Lei (2019) defende que as decisões de investimento não são somente um meio importante para as empresas investirem e se financiarem, mas também uma forma de os investidores obterem lucro. Além disso, têm um papel importante na regulação macroeconómica e alocação de recursos. Este autor defende, inclusive, que deve haver a aplicação de modelos baseados em inteligência artificial<sup>2</sup>, por forma a otimizar as tomadas de decisão.

No que concerne à gestão da rede de distribuição elétrica, Cheng *et al.* (2020) mencionam que, atualmente, a evolução tecnológica nesta área, possibilita aproveitar a flexibilidade estratégica oferecida pelas novas tecnologias para se rever decisões de investimento tomadas no passado, tendo por base previsões futuras. Essa flexibilidade estratégica é mais valiosa quando existe possibilidade de adoção de novas tecnologias.

Os mesmos autores acrescentam que a estratégia tradicional de investimento se traduz em projetos de baixo valor acrescentado e de pouca flexibilidade em cenários de incerteza. Afirmam, ainda, que quanto maior for a incerteza no retorno de investimento,

---

<sup>2</sup> Modelos baseados em inteligência artificial são modelos que treinam computadores para realizar tarefas, tendo por base a forma como os seres humanos as efetuam, através do reconhecimento de padrões. Mais informações consultar Lei (2019).

maior é a valia da flexibilidade estratégica e maior é o incentivo para aguardar e manter a expansão da rede de distribuição elétrica em aberto, ao invés do cancelamento repentino dos investimentos programados.

Cheng *et al.* (2020) concluem que a inovação tecnológica acrescenta grandes incertezas na rede de distribuição elétrica e que a flexibilidade estratégica, ao nível do investimento, é mais valiosa quando existe uma elevada possibilidade de adoção de novas tecnologias.

A evolução tecnológica e a sua atualização são fatores relevantes que conduzem ao investimento, pelo que as decisões de onde, como e quando investir, são decisões estratégicas (Lei, 2019; Cheng *et al.*, 2020; Vardía *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2022).

## **2.4 Decisões de investimento na área das tecnologias de informação**

Com o surgimento das TI, muitas empresas internacionais investem nesta área para melhorarem a sua gestão e a sua estrutura, com o intuito de obterem vantagens competitivas. Contudo, em muitas delas, esta decisão nem sempre é bem-sucedida, resultando num autêntico fracasso (Chen *et al.*, 2018).

Lin (2007) defende que as TI se tornaram num elemento essencial para as empresas e uma fonte de vantagem competitiva, embora afirme, também, que existe uma grande indefinição na literatura na relação entre as capacidades tecnológicas de uma empresa e o seu desempenho, sendo que isso deriva, fundamentalmente, de muitos estudos não serem capazes de distinguir entre investimentos em TI e capacidade tecnológica existente.

Investigadores e profissionais assumem, geralmente, que os investimentos em TI conduzem a lucros e ganhos em produtividade, o que por seu turno cria valor para a empresa. No entanto, isso nem sempre acontece. Empresas que investem fortemente em TI sem desenvolver as capacidades tecnológicas dos seus colaboradores, vão acabar por ficar numa zona de desvantagem competitiva (Lin, 2007).

O sistema de apoio à decisão para investimentos em TI não está ainda suficientemente desenvolvido para fornecer ferramentas e ajudar, de uma maneira efetiva, quem toma as decisões neste processo (Chen *et al.*, 2018).

As novas tecnologias de informação tornaram-se indispensáveis para facilitar as operações organizacionais e o papel nas decisões de investimento em TI não deve ser ignorado. No entanto, é raro as empresas, sobretudo empresas multinacionais, considerarem os problemas e os desafios com os quais os gestores se deparam, durante o processo da tomada de decisões sobre investimentos no seu parque informático (Chen *et al.*, 2018).

Chen *et al.* (2018) referem ainda que os objetivos em investir em TI em empresas multinacionais não são facilmente atingidos pelas *Business Units*<sup>3</sup> (BU), no que concerne à manutenção do funcionamento das suas atividades diárias. Os autores referem que em algumas investigações é referido que a necessidade individual de cada BU não é completamente entendida pelos gestores de topo de um negócio global. Consequentemente, cada BU, normalmente, planeia os seus próprios projetos em TI e implementa-os de forma a satisfazer as suas próprias necessidades operacionais. Essa abordagem nem sempre é eficiente. Além disso, podem existir contradições e grandes obstáculos que dificultam a eficiência máxima, em termos de uso de capacidade computacional. Todavia, as necessidades individuais de cada BU podem, desta forma, serem satisfeitas localmente, no curto prazo e, esta solução vem assim, remediar o crescimento, relativamente lento e inconsistente, da produtividade universal ao nível global da empresa.

Atualmente, a implementação e uso dos sistemas de informação, a competência do diretor de informática, a tecnologia disponível, a gestão das unidades de negócio e a *performance* do negócio não são considerados na sua totalidade. Consequentemente, a implementação de novos sistemas de informação, normalmente, leva a investimentos desperdiçados e a insucessos desnecessários, o que sugere que existe uma forte necessidade para que sejam recentrados e reposicionados os problemas que afetam as decisões de investimento em TI (Chen *et al.*, 2018).

Segundo Dong *et al.* (2021), os impactos dos investimentos em TI na *performance* das empresas são significativos e foram comprovados por diversos estudos. No entanto, existe muito pouca investigação dedicada a estudar as razões das decisões de investimento em TI.

---

<sup>3</sup> BU são departamentos ou equipas individuais que controlam produtos ou serviços geradores de receita. Para mais informações consultar Chen *et al.* (2018).

Se as decisões de investimento em TI, por parte de uma empresa, não são eficientes, então, é importante saber: (i) de que modo essas decisões são tomadas; (ii) em que circunstâncias as empresas são mais propensas em investir; (iii) que mecanismos podem diminuir a tendência de investimento; e (iv) através de que mecanismos os investimentos em TI afetam a *performance* das empresas a longo prazo. As respostas a estas questões são importantes quer para os investigadores quer para a valorização das TI nas empresas (Dong *et al.*, 2021).

Embora as TI sejam uma parte importante de uma empresa, elas também apresentam uma grande relevância nas organizações e instituições, como o caso das universidades.

Wilmore (2014) realça que o conceito de *governance*, que nas empresas normalmente está baseado numa estrutura diretiva, a qual é interna à empresa, no caso das universidades a *governance* pode ter membros externos à estrutura diretiva da instituição.

É o caso das universidades públicas portuguesas em que os conselhos gerais são constituídos também por membros externos.

Segundo Wilmore (2014), este conceito de *governance* é também usado nas TI, porém, este autor defende que as decisões de investimentos nas TI devem ser tomadas pela organização no seu todo e não somente pelos profissionais das TI, tendo sempre em vista os objetivos gerais da mesma. Isto tem levado as organizações a desenvolverem *governance frameworks*<sup>4</sup>, transferindo o processo da tomada de decisão para estas, deixando tais decisões de ser tomadas somente pelos profissionais das TI.

A *governance* em TI exige a definição e implementação de práticas formais em todos os níveis numa organização, envolvendo estruturas, processos e mecanismos direcionados para a criação de valor no negócio assentes no investimento nas TI (Bianchi e Sousa, 2015).

Pereira *et al.* (2018) afirmam que um dos maiores dilemas que as organizações e os seus líderes enfrentam, na atualidade, prende-se com a forma como estes garantem que os objetivos dos investimentos crescentes em TI são atingidos. As organizações,

---

<sup>4</sup> Programas informáticos que refletem a estrutura organizacional de uma empresa e que permitem fazer a gestão da mesma. Para mais informações consultar Wilmore (2014).

incluindo as do ensino superior, têm procurado soluções para enfrentar essa realidade e, como tal, optam pela implementação de *frameworks* desenvolvidas por profissionais ou, alternativamente, projetam e implementam os seus próprios modelos

Contudo, a existência nas empresas ou organizações destas *governance frameworks*, para as decisões de investimentos nas TI, não garantem o sucesso desses investimentos, pois estas *frameworks* são estruturas formais e os processos têm de funcionar de forma eficiente na prática, o que nem sempre acontece. Para resolver tal situação, as decisões de investimento nas TI devem ser vistas como um processo centrado na decisão humana e, assim sendo, é importante que as organizações prestem muita atenção à composição dos membros que fazem parte da *governance* da instituição e garantam que estes têm motivação, conhecimentos e capacidades para entender e contribuir no processo da tomada de decisão (Wilmore, 2014).

Bianchi e Sousa (2015) afirmam que as TI tornaram-se essenciais para apoiar o crescimento e a sustentabilidade de todos os tipos de organizações, sendo que as universidades são das que mais dependem das TI, uma vez que têm uma estrutura assente numa grande variedade tecnológica, tornando a *governance* dessas instituições num grande desafio. Os processos de ensino-aprendizagem e de investigação exigem uma *governance* em TI eficaz e eficiente para manter as universidades competitivas.

Bharathi *et al.* (2020) defendem que é necessário existir um modelo estratégico para os investimentos em TI, para que se atinjam estrategicamente os objetivos das organizações. É imperativo identificar os motivos que levam à escolha das opções tecnológicas, sendo esta uma ideia já defendida pelos profissionais da área, no entanto, existe uma escassez de estudos a focar este tópico relacionado com as instituições do ensino superior.

Wilmore (2014) refere que, em todas as organizações, o modelo de negócio para os investimentos em TI deve ser considerado tendo em vista o potencial contributo para a missão geral destas. Para as organizações com fins lucrativos, normalmente é mais fácil fazer esta avaliação através da maximização dos lucros, contudo, para as universidades, não se revela assim tão simples, pois a sua missão é muito vasta. O autor acrescenta ainda que o processo de tomada de decisão nos investimentos em TI nas universidades precisa de ser desenhado para lidar com um grande número de iniciativas variadas, tendo em conta critérios que não são facilmente definidos, particularmente em termos quantitativos.

Bharathi *et al.* (2020) afirmam que, nas instituições de ensino superior, os investimentos em TI podem ajudar alunos e docentes no processo de ensino-aprendizagem. Estes podem criar salas de aulas tecnologicamente evoluídas e formas de interação, entre docentes e discentes, no espaço de *internet* de fácil uso para estes utilizadores e, além disso, úteis na sua função de apoio no processo de interação entre os intervenientes, tornando o processo de aprendizagem numa experiência agradável.

Para Wilmore (2014) as universidades estão cada vez mais dependentes das TI para a realização das suas tarefas e, portanto, é crucial que os investimentos nesta área tenham sucesso. Atuando ao nível da infraestrutura, as TI foram, inicialmente, usadas para automatizar processos, essencialmente na esfera académica, nos recursos humanos e na área financeira. O autor refere ainda que a análise da informação, captada nas áreas acima mencionadas, foi também usada para apoio à decisão e realização de relatórios. O uso das TI no âmbito académico, dos recursos humanos e na área financeira melhorou a sua eficiência e capacidade de expansão, o que, normalmente, não era uma fonte de diferenciação competitiva ou estratégica.

O autor acrescenta que mais recentemente, o uso estratégico das TI aumentou nas principais atividades de ensino, aprendizagem e investigação. Os exemplos incluem cursos *online*, computadores de alta *performance* para investigação e ferramentas de TI para analisar grandes quantidades de informação. Apesar de ainda haver colaboração nestas áreas, o aumento da globalização e a concorrência para atrair alunos e investigadores demonstram que o uso estratégico da tecnologia está, rapidamente, a tornar-se uma fonte de vantagem competitiva.

Para Bianchi e Sousa (2015) as universidades são organizações complexas que necessitam de infraestruturas de TI e sistemas de informação que permitam cumprir a sua missão de forma adequada. Estes sistemas de informação consistem numa variedade de aplicativos, diferentes plataformas, sistemas académicos, aplicativos em nuvem, ou seja, um conjunto variado de tecnologias que proporcionam grandes desafios na sua gestão.

Estas tendências levaram a investimentos significativos nas TI, sendo estimado que o investimento, por exemplo, nas universidades australianas é de, aproximadamente, 6% da despesa das mesmas, o que equivale a uma despesa anual de cerca de 1.2 biliões

AUD<sup>5</sup>. A dimensão deste investimento torna crucial que as universidades invistam nas TI de forma a retirarem os maiores benefícios para as suas atividades (Wilmore, 2014).

Segundo Bharathi *et al.* (2020), a literatura também demonstra que, em muitas universidades, a inovação nas TI aparenta ser mais uma exceção do que uma regra e que os investimentos na área, são vistos como uma despesa e não como uma decisão estratégica.

Assim, a qualidade da decisão dos investimentos em TI nas universidades tem uma importância vital e as tendências recentes tornam essas decisões ainda mais cruciais, em particular, quando as economias de escala e as interligações permanentes, via *internet*, são uma realidade consolidada na indústria das TI (Wilmore, 2014).

Atualmente, as universidades estão muito dependentes dos altos custos das TI, quer para as suas principais atividades, quer para alcançarem as suas missões. Consequentemente, é fulcral que o valor do investimento nesta área seja maximizado, principalmente nos dias de hoje, já que a revolução digital não só proporciona oportunidades para as universidades crescerem, mas também ameaça os métodos tradicionais ou os modelos de negócio, até então, instituídos. Para maximizar o valor dos investimentos em TI, é necessário que exista uma forte *governance* e um processo de tomada de decisão bem estabelecido (Wilmore 2014; Bianchi e Sousa, 2015; Pereira *et al.* 2018).

## 2.5 Caracterização da tecnologia

Este estudo centra-se na análise da *performance* dos processadores de arquitetura x86<sup>6</sup>, que usa um sistema designado por *Complex Instruction Set Computer* (CISC), o qual consiste num modelo abstrato que incide no modo como a programação interage com o código máquina. O *instruction set* consiste numa linguagem que o cérebro humano é capaz de entender e que dá comandos ao processador para a execução das tarefas pretendidas. (Microsoft, n.d.)

---

<sup>5</sup> Cerca de 806.928.000,00€, à taxa de conversão 0,67€ entre dólares australianos (AUD) e euros, corrente no dia 8 de junho de 2022.

<sup>6</sup> Mais informações relativas à tecnologia x86 encontra-se no apêndice 1

Segundo Tang (2011), o processador é o “cérebro” dos computadores. Por outras palavras, o processador é um elemento que executa no sistema operativo as tarefas solicitadas pelo utilizador.

### **2.5.1 Processadores elegíveis x86**

Dentro dos processadores x86, existem duas empresas que apresentam soluções comerciais para computadores do tipo *desktop*, nomeadamente a Intel Corporation, Inc. (Intel) e a Advanced Micro Devices, Inc. (AMD).

No caso da Intel, existem várias séries de processadores para os computadores tipo *desktop*, sendo que a série X revela uma maior *performance*, seguida da série Core. Relativamente a esta última, o Core i9 é o expoente máximo, seguido do Core i7, Core i5 e Core i3, respetivamente. Para o segmento de mercado com o preço mais acessível, a Intel reserva as séries Pentium e Celeron (Intel, n.d.).

No caso da AMD, a lógica é semelhante, com várias séries de processadores para o mesmo ambiente de *desktop*. Deste modo, existe a série Ryzen, a qual tem no topo a série Threadripper AMD Ryzen, seguida pela série Ryzen 9, Ryzen 7, Ryzen 5 e Ryzen 3, respetivamente. Estas séries também são conhecidas como R9, R7, R5 e R3. Para o segmento de mercado com o preço mais acessível, a AMD reserva a série Athlon (AMD, n.d.).

### **2.5.2 O *PerformanceTest* e o seu modelo de funcionamento**

Os processadores usados neste estudo têm como sistema operativo o Microsoft Windows. Para testar a *performance* dos processadores x86 a empresa PassMark desenvolveu um programa específico designado por *PerformanceTest*<sup>7</sup>.

Este programa, que se encontra disponível para ser adquirido no *site* da empresa (Sawyer e So, 2018), realiza uma série de análises matemáticas, quando os utilizadores o executam nos seus computadores, resultando assim num *benchmark* (segundo Cambridge

---

<sup>7</sup> Mais informações relativas ao modelo de funcionamento do software *PerformanceTest*, encontram-se no apêndice 2.

(n.d.). *Benchmark* em TI é um teste de qualidade e velocidade a um *software* ou componente de *hardware* de um computador.

Após realizar oito testes diferentes, o *PerformanceTest* devolve uma média dos resultados, a qual permite determinar um *rating* para o sistema, designado por CPU Mark.

Posteriormente, é feito o *upload* desses resultados para o *website* da empresa, onde são produzidos uma variedade de gráficos de *Central Processing Unit* (CPU), os quais permitem efetuar a comparação das velocidades relativas dos diferentes processadores da Intel, AMD, Apple<sup>8</sup> e Qualcomm<sup>9</sup>, entre outros (Cpubenchmark, n.d.).

Sawyer e So (2018) usam o *website* da empresa PassMark, maioritariamente, pela sua facilidade de acesso aos dados e afirmam que o CPU Mark é capaz de medir com precisão os ganhos de *performance* de microprocessadores *multicore*, uma tecnologia predominante no mercado.

Paraskevopoulos *et al.* (2016) utilizaram os dados da lista de *performance* do CPU Mark na sua investigação como meio de normalizar os ciclos computacionais relativos aos diferentes consumos de energia dos mesmos, enquanto Brodić (2016) utilizou os dados obtidos com o CPU Mark para medir o problema da emissão dos campos magnéticos produzidos pelos portáteis. Por seu turno, Yang *et al.* (2020) utilizaram, na sua investigação, os dados do CPU Mark sobre a possibilidade de se utilizar laboratórios de informática portáteis, com a tecnologia *Windows-to-Go*<sup>10</sup>, no decurso da pandemia Covid-19.

---

<sup>8</sup> Apple – Empresa de tecnologia

<sup>9</sup> Qualcomm – Empresa que produz *chipsets* para telemóveis. Para mais informações consultar Kwon, Y *et al.* (2020)

<sup>10</sup> Tecnologia *Windows-to-Go* – Para uma leitura mais aprofundada do tema sugere-se Yang *et al.* (2020)

## Capítulo 3. METODOLOGIA

Neste capítulo descreve-se detalhadamente a metodologia utilizada na componente empírica da investigação a fim de alcançar os objetivos propostos para o estudo, com o intuito de responder às perguntas da investigação.

As etapas percorridas na elaboração do capítulo foram as seguintes:

- a) Descrição e justificação da metodologia utilizada;
- b) Definição dos objetivos da investigação;
- c) Formulação das perguntas da investigação;
- d) Caracterização da população a estudar e procedimentos utilizados na obtenção dos dados;
- e) Tratamento estatístico a que os dados foram submetidos.

### 3.1 Metodologia

A presente investigação contempla um estudo de caso<sup>11</sup> que incidiu sobre a Faculdade de Economia da Universidade do Algarve cujos objetivos são os seguintes:

- avaliar de que forma os investimentos feitos pela Faculdade influenciaram a *performance* geral do seu parque informático;
- aferir como é que esta Unidade Orgânica acompanhou a evolução da *performance* dos processadores no mercado internacional e determinar a influência que os investimentos realizados no seu parque informático tiveram ao nível da sua atualização tecnológica;
- avaliar as decisões de investimentos efetuadas pela Faculdade no seu parque informático;
- estimar o investimento para 2022 com base na *performance* do parque informático da Faculdade de Economia em 2021;

---

<sup>11</sup> Estudo de caso é um método específico de investigação empírica que investiga um fenómeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real. Trata-se de um estudo intensivo e sistemático sobre uma instituição, comunidade ou indivíduo que permite examinar fenómenos complexos e que tem como objetivo produzir conhecimento sobre o fenómeno estudado (Yin, 2005).

- estimar a evolução da *performance* dos processadores do mercado internacional, com o intuito de projetar um potencial investimento no parque informático desta Unidade Orgânica para os anos compreendidos entre 2023 e 2025.

Com a finalidade de atingir os objetivos propostos formularam-se as seguintes perguntas às quais a investigação pretende dar resposta:

1. Como evoluiu a *performance* dos processadores do parque informático da Faculdade de Economia tendo em conta os investimentos realizados no período de 2005 a 2020?
2. Como se compara a *performance* dos processadores da Faculdade com a *performance* dos processadores do mercado internacional no período compreendido entre 2008 e 2020?
3. Quais as estratégias de investimento usadas pela Faculdade ao longo do período em análise e os impactos na *performance* geral do seu parque informático?
4. Qual o potencial investimento a realizar no parque informático da Faculdade para o ano de 2022, tendo por base o parque informático da Faculdade em 2021?
5. Utilizando o modelo de previsão ARIMA, quais os cenários de investimento para o período de 2023 a 2025?

Atendendo aos objetivos propostos, às perguntas da investigação e ao tratamento estatístico a que os dados foram submetidos, a metodologia da investigação contempla uma abordagem de natureza quantitativa.

Antes da explicação detalhada da metodologia da investigação, caracteriza-se a instituição sobre a qual incidiu o estudo de caso.

### **3.1.1 Faculdade de Economia da Universidade do Algarve**

A Faculdade de Economia da Universidade do Algarve (FEUALG), iniciou a sua atividade em 1982 com a licenciatura em Gestão de Empresas. Em 1992 foi constituída como Unidade Orgânica (UO) da Universidade do Algarve com a designação de Unidade de Economia e Administração (UEA), passando em 1994 a ser designada por Unidade de Ciências Económicas e Empresariais (UCEE).

No ano de 1999 esta UO diversificou formação avançada através de novos cursos de segundo ciclo. De entre a nova oferta formativa, encontra-se o Mestrado em Gestão Empresarial, que continua em funcionamento até aos dias de hoje de forma ininterrupta.

Em 2001 passou a designar-se por Faculdade de Economia e, em 2004, teve o seu espaço próprio no Edifício 8 do *Campus* de Gambelas, local onde continua a oferecer formação. Este edifício dispõe de nove salas de aulas, um auditório, uma sala de atos, cinco anfiteatros e dois laboratórios de informática com cerca de uma centena de computadores, todos equipados com meios tecnológicos adequados à prática do ensino universitário.

Atualmente, a Faculdade é responsável por três cursos de 1º ciclo (licenciatura): Gestão de Empresas, Economia e Sociologia; dez cursos de 2º ciclo (mestrado): Economia do Turismo e Desenvolvimento Regional, Gestão, Inovação e Empreendedorismo, Gestão Empresarial, Gestão de Marketing, Gestão de Organizações Turísticas, Gestão de Unidades de Saúde, Finanças Empresariais, Contabilidade e Sociologia; e quatro cursos de 3º ciclo (doutoramento): Turismo, Ciências Económicas e Empresariais, Métodos Quantitativos Aplicados à Economia e à Gestão, e Sociologia, este último em parceria com outras universidades.

Em 2021 atingiu o estatuto de escola de pós-graduação, ao ter mais de metade dos seus alunos a estudar em cursos do segundo e terceiro ciclo. Além disso, cerca de 30% dos atuais alunos são de nacionalidade estrangeira, um reflexo da estratégia de internacionalização da Faculdade, que, inclusive, tem três mestrados e três doutoramentos inteiramente lecionados em língua inglesa.

A Faculdade desenvolve investigação em diversas áreas do conhecimento, nomeadamente, nas áreas de Economia, Ciências Empresariais, Turismo, Recursos Naturais, Planeamento e Desenvolvimento Regional, Métodos Quantitativos, Economia da Inovação, da Economia Financeira e Internacional, Finanças, Marketing, Sociologia, Gestão e Direito.

A Faculdade mantém, também, ligações com o tecido empresarial da região, oferecendo, inclusive, estágios e bolsas de estudo patrocinados por empresas locais.

### **3.1.2 População a estudar e procedimentos utilizados na obtenção dos dados**

#### **3.1.2.1 População-alvo**

A população-alvo deste estudo é constituída por todos os equipamentos informáticos *desktop* usados pela comunidade académica da Faculdade nas suas atividades, tanto letivas como administrativas. A comunidade, em si, é composta pelos seus docentes, funcionários e alunos de primeiro, segundo e terceiro ciclos.

Os dados recolhidos referem-se ao período de 2005 a 2020, tendo como base as aquisições de computadores *desktop* feitas pela Faculdade, durante esse período.

Como não foi possível obter dados concretos relativos a abates, avarias e decisões político-estratégicas, ao longo dos anos que este estudo abrange, foi tomada a decisão de estudar 162 equipamentos informáticos *desktop*, que correspondem ao parque informático da Faculdade em 2005. De salientar, que esta decisão também teve por base o tamanho do parque informático da Faculdade em 2022, que se mantém similar ao de 2005.

As aquisições que se seguiram a 2005, vieram substituir os equipamentos informáticos com *performance* mais baixa.

#### **3.1.2.2 Obtenção dos dados**

No que concerne à recolha dos dados foram consultados registos financeiros, patrimoniais, de abates e de aprovisionamento, cedidos pela Faculdade de Economia. Todos os dados necessários ao estudo, referentes à Faculdade, foram obtidos com a devida autorização da Direção da mesma. Dado que os dados não foram recolhidos diretamente pelo próprio investigador são designados de dados secundários.

Assim sendo, a informação recolhida é constituída pelos seguintes elementos: ano de aquisição do equipamento, processador do equipamento adquirido, CPU Mark do processador desse equipamento<sup>12</sup>, quantidade de equipamentos adquiridos com as mesmas características e valor unitário.

Dado que o estudo envolve também dados de cariz internacional, apresenta-se em seguida informação sobre a obtenção dos mesmos.

---

<sup>12</sup> Indicador fornecido pela empresa PassMark

### 3.1.2.3 Obtenção dos dados do mercado internacional

Para a análise do mercado internacional foram utilizados dados secundários facultados pela empresa PassMark<sup>13</sup>, por se tratar de uma empresa reputada no espaço específico de recolha e análise da *performance* de componentes informáticos, que se encontra a operar no mercado há mais de 10 anos.

Para o efeito, foi solicitada autorização para a utilização desses dados, pedido que mereceu parecer positivo por parte da referida empresa, após garantida a condição de que os mesmos sejam utilizados, exclusivamente, para fins académicos.

Os dados recolhidos referem-se aos testes de *benchmark* realizados a processadores x86 pela empresa PassMark no período de 2008 a 2020. Os vários testes de *benchmark* realizados ao mesmo modelo de processador estão agrupados numa métrica designada: CPU Mark. Estes dados são usados para determinar o CPU Mark dos processadores existentes na Faculdade, para além de serem usados para analisar o mercado internacional em cada ano. Posteriormente, foi concedido acesso aos dados de 2021<sup>14</sup>, para possibilitar o processo de validação do modelo de previsão.

De salientar que estes dados caracterizam os processadores que são lançados no mercado em cada ano e não os produtos que se encontram em maior uso no mercado.

A informação recolhida na empresa PassMark contém os seguintes elementos: nome do processador, CPU Mark do processador, número de unidades de cada processador, *rank* do processador num determinado ano e data de lançamento do processador no mercado.

### 3.1.3 Tratamento estatístico a que os dados foram submetidos

Após a recolha de toda a informação disponibilizada, procedeu-se, primeiramente, a uma análise e revisão crítica dos dados, de modo a eliminar valores estranhos ou anular erros que pudessem causar problemas futuros aquando do tratamento estatístico dos dados e análise dos resultados.

---

<sup>13</sup> Informação concedida em 8 de março de 2021.

<sup>14</sup> Informação facultada em 7 de abril de 2022

O tratamento estatístico a que os dados são submetidos está, naturalmente, relacionado com o tipo de variáveis que os mesmos originam. Assim, o ano de aquisição do equipamento origina uma variável quantitativa discreta de escala de rácio, o nome do processador origina uma variável qualitativa de escala nominal, o CPU Mark do processador dá origem a uma variável quantitativa contínua de escala de rácio, a quantidade de equipamentos adquiridos é uma variável quantitativa discreta de escala de rácio, o valor unitário do equipamento é uma variável quantitativa contínua de escala de rácio, o *rank* do processador num determinado ano origina uma variável qualitativa de escala ordinal e a data de lançamento do processador no mercado, uma variável quantitativa contínua de escala rácio.

Para a Faculdade de Economia foi possível obter dados relativos a um período de dezasseis anos, entre 2005 e 2020.

No que respeita ao mercado internacional foi possível conseguir dados anuais referentes ao período entre 2008 e 2020. Para a aplicação do modelo de previsão, os dados foram separados por semestres. Como já foi referido, foram solicitados dados adicionais para 2021, para validação do modelo.

Os dados disponíveis na empresa PassMark têm início em 2008 e apresentam uma discrepância com os dados da Faculdade, que datam de 2005.

Dada a natureza dos dados, decidiu-se recorrer a algumas medidas de estatística descritiva, nomeadamente às medidas descritivas: média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação, tabelas de frequências e gráficos.

Para realizar um modelo de previsão utilizou-se o modelo ARIMA de séries temporais.

O tratamento estatístico dos dados foi feito com recurso ao software informático Microsoft Excel e ainda ao Eviews 12 Lite Student Version e IBM SPSS versão 28.

### **3.1.3.1 Medidas descritivas**

Para a análise dos dados, foram utilizadas, como já foi referido, as seguintes medidas descritivas: média aritmética, desvio padrão populacional e coeficiente de variação.

A média aritmética populacional  $\mu_x$ , como medida de tendência central:

$$\mu_x = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (1)$$

onde,

$i$  - índice do somatório;

$x_i$  - valores observados com  $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ;

$N$  - dimensão da população.

Como medidas de dispersão utilizou-se:

- (i) O desvio-padrão populacional  $\sigma_x$ , que consiste numa medida de dispersão de um conjunto de dados em torno da sua média.

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu_x)^2}{N}} \quad (2)$$

onde,

$i$  - índice do somatório;

$x_i$  - valores observados com  $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ;

$\mu_x$  - média aritmética da população;

$N$  - dimensão da população.

- (ii) E o coeficiente de variação,  $CV$ , que consiste numa medida de dispersão relativa que relaciona o desvio-padrão com a média aritmética, de forma a avaliar a variabilidade dos dados.

$$CV = \frac{\sigma_x}{\mu_x} \times 100 \quad (3)$$

onde,

$\sigma_x$  - desvio padrão da população em estudo;

$\mu_x$  - média aritmética da população em estudo.

### 3.1.3.2 Modelo de previsão

Com a finalidade de efetuar previsões utilizou-se o modelo ARIMA de séries temporais.

O modelo ARIMA é uma generalização de um modelo *AutoRegressive Moving Average* (ARMA). Ambos os modelos são ajustados aos dados da série temporal para entender melhor os dados ou para prever valores futuros da série. Os modelos ARIMA são aplicados nos casos em que os dados mostram evidências de não estacionariedade, em que um passo inicial de diferenciação (correspondente à parte "integrada" do modelo) pode ser aplicado uma ou mais vezes para eliminar a não estacionariedade.

Por sua vez, o modelo ARMA é um modelo constituído por duas partes: (i) *AutoRegressive* (AR) e (ii) *Moving Average* (MA).

### 3.1.3.2.1 Modelo AutoRegressive

O modelo AR é baseado na ideia de que o atual valor de uma série,  $X_t$ , pode ser explicado como uma combinação linear de  $\rho$  valores históricos,  $X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-\rho}$ , combinados com um erro aleatório na mesma série.

Um modelo AR de ordem  $\rho$ , abreviadamente AR( $\rho$ ), tem a seguinte forma:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_\rho X_{t-\rho} + w_t = \sum_{i=1}^{\rho} \phi_i X_{t-i} + w_t \quad (4)$$

onde,

$X_t$  é estacionário;

$w_t \sim (0, \sigma_w^2)$  e  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_\rho$  são os parâmetros do modelo. O parâmetro  $\rho$  representa o tamanho da série (Atanu *et al.*, 2020).

### 3.1.3.2.2 Modelo Moving Average

No modelo AR acima indicado, a observação corrente  $X_t$  é regredida, usando as observações anteriores,  $X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-3}, \dots, X_{t-\rho}$ , e adicionando o termo de erro,  $w_t$ , no momento temporal corrente.

Um problema do modelo AR é que este ignora os ruídos estruturais correlacionados (que não são observáveis) na série temporal. Por outras palavras, os termos imperfeitamente previsíveis no momento corrente,  $w_t$ , e nos passos anteriores,  $w_{t-1}, w_{t-2}, w_{t-3}, \dots, w_{t-q}$ , também contêm informação para prever observações.

Um modelo MA de ordem  $q$ , ou  $MA(q)$ , é definido da seguinte forma:

$$X_t = w_t + \theta_1 w_{t-1} + \theta_2 w_{t-2} + \theta_3 w_{t-3} + \dots + \theta_q w_{t-q} = w_t + \sum_{j=1}^q \theta_j w_{t-j} \quad (5)$$

onde,

$w_t \sim (0, \sigma_w^2)$  e  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_q$  ( $\theta_q \neq 0$ ) são parâmetros (Atanu *et al.*, 2020).

### 3.1.3.2.3 Modelo ARMA

Atanu *et al.* (2020) referem que, na análise estatística dos modelos de séries temporais, a classe do modelo ARMA é, maioritariamente, utilizada para a previsão do processo estocástico estacionário de segunda ordem.

O modelo ARMA é uma ferramenta para compreender e analisar a estrutura causal ou para obter os valores futuros nessa série.

O modelo consiste em duas partes, sendo a primeira o AR e a segunda o MA. O modelo é, normalmente, referido como  $ARMA(p, q)$ , onde  $p$  é a ordem da parte autorregressiva e  $q$  é a ordem da parte referente à média móvel.

Um processo estocástico estacionário de segunda ordem,  $X_t$ , é chamado de processo  $ARMA(p, q)$ , no qual existem coeficientes reais,  $c, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots, \varphi_p, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_q$ , e onde  $p$  e  $q$  são inteiros, portanto:

$$X_t - \sum_{i=1}^p \varphi_i X_{t-i} = c + w_t + \sum_{j=1}^q \theta_j \epsilon_{t-j}, \forall t \in \mathbb{Z} \quad (6)$$

onde,

$\{\epsilon_t\}$  é o ruído branco  $(0, \sigma^2)$ .

Considerando  $B$  como o operador *back-shift*, tanto que  $B^k X_t = X_{t-k}$ . Usando  $B$ , reescreve-se a equação  $ARMA(p, q)$  acima como:

$$\varphi(B)X_t = \theta(B)w_t \quad (7)$$

### 3.1.3.2.4 Modelo ARIMA

O modelo ARMA pode ser expandido para séries não estacionárias ao permitir a diferenciação das séries de dados, resultando, assim, no modelo ARIMA.

O modelo geral não sazonal é conhecido como  $ARIMA(p, d, q)$ , com três parâmetros:  $p$  é a ordem autorregressiva,  $d$  é o grau de diferenciação e  $q$  é a ordem da média móvel.

Por exemplo, se  $X_t$  é uma série não estacionária, faz-se uma primeira diferenciação de  $X_t$  para que  $\Delta X_t$  se torne estacionária. Assim, o modelo ARIMA  $(p, d, q)$  é representado pela seguinte equação:

$$X_t = \mu + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \phi_3 X_{t-3} + \dots + \phi_p X_{t-p} - \theta_1 w_{t-1} - \theta_2 w_{t-2} - \theta_3 w_{t-3} - \dots - \theta_q w_{t-q} \quad (8)$$

Após se considerar a diferenciação para um modelo ARMA, de forma que este possa ser estendido para series não estacionárias, temos:

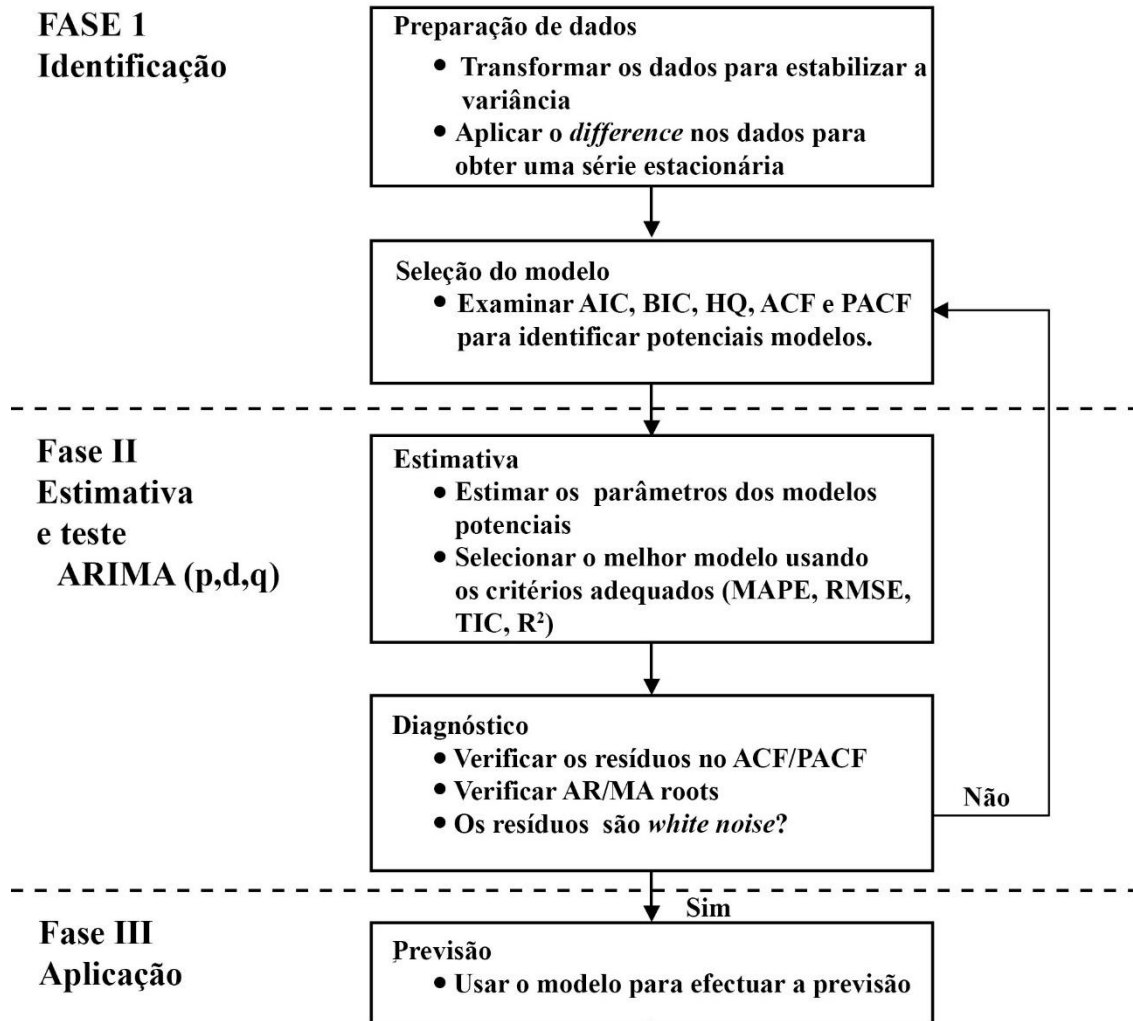
$$\nabla^d X_t = \phi_1 \nabla^d X_{t-1} + \phi_2 \nabla^d X_{t-2} + \phi_3 \nabla^d X_{t-3} + \dots + \phi_p \nabla^d X_{t-p} + w_t + \theta_1 \nabla^d w_{t-1} + \theta_2 \nabla^d w_{t-2} + \theta_3 \nabla^d w_{t-3} + \dots + \theta_p \nabla^d w_{t-p} \quad (9)$$

onde,

$\{w_t\}$  é o termo de erro na equação; um processo de ruído branco, a sequência de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas (iid), em que  $E(w_t) = 0$ ,  $\text{var}(w_t) = \sigma^2$ ,  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$  e  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$  são os parâmetros do modelo.

A ordem AR pode ser determinada pela *lag* em que a *Partial AutoCorrelation Function* (PACF) termina, ao passo que a ordem MA pode ser determinada pela *lag* em que a *AutoCorrelation Function* (ACF) finda (Atanu *et al.*, 2020).

Figura 3.1 Metodologia Box-Jenkins



Fonte: Adaptado de Makridakis *et al.* (1983)

### 3.1.3.3 Metodologia para aplicação do modelo ARIMA

A metodologia usada para a aplicação do modelo ARIMA foi a metodologia *Box-Jenkins*, que contempla três fases para a seleção de um modelo:

- i. Numa **primeira fase**, analisam-se os dados e, em caso de ser necessário estabilizar a variância, transformam-se os mesmos. Nesta fase, se necessário, também se aplica a diferenciação aos dados, de forma a tornar a série estacionária. Por outro lado, faz-se a identificação dos potenciais modelos através dos critérios de seleção *Akaike Information Criterion (AIC)*, *Bayesian*

*Information Criterion* (BIC), *Hannan-Quinn Information Criterion* (HQ), ACF e PACF. Esta é a **fase de identificação**;

- ii. Na **segunda fase**, estimam-se os parâmetros dos potenciais modelos identificados na fase anterior. Analisam-se os mesmos, à luz dos critérios *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Root Mean Square Error* (RMSE), *Theil Inequality Coefficient* (TIC) e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). De seguida, aplica-se o diagnóstico aos modelos estimados. Na eventualidade de reprovarem nos testes de diagnóstico, volta-se à fase anterior e inicia-se o processo novamente. Esta é a **fase de estimativa e teste dos modelos**;
- iii. Por fim, na **terceira fase**, após confirmação da viabilidade do modelo, efetua-se a previsão. Esta é a **fase de aplicação**.

#### 3.1.3.4 Avaliação e seleção do modelo

Para a avaliação e seleção do modelo ARIMA foram usados os critérios AIC, BIC e HQ.

O AIC é uma medida estatística para a avaliação comparativa entre modelos de séries temporais. Contudo, o AIC não se baseia num teste de hipótese e como tal não pode garantir a qualidade de um modelo em relação a outros modelos, pelo que, caso os modelos em avaliação tenham um mau ajustamento ao conjunto de dados em estudo, o AIC indicará o modelo que melhor se ajusta aos mesmos (Profillidis e Botzoris, 2018).

O BIC é outra medida estatística de avaliação comparativa para modelos de séries temporais e está intimamente relacionado com o AIC. A diferença entre eles manifesta-se quando é adicionada uma série de  $k$  parâmetros (regressores e/ou de interceção), com o intuito de aumentar a qualidade de ajuste do modelo. Neste caso, o BIC penaliza mais os parâmetros adicionados em comparação com o AIC (Profillidis e Botzoris, 2018).

O HQ é uma outra medida estatística para a avaliação comparativa de modelos de séries temporais e acrescenta mais uma penalização nos parâmetros adicionados, muito semelhante ao BIC (Profillidis e Botzoris, 2018).

Os três modelos apresentam semelhanças óbvias, pois consistem na soma de dois termos, onde o primeiro avalia o erro da previsão e o segundo o número de regressores do modelo. Ao minimizar ambos os termos, procura-se identificar um modelo adequado

que seja parcimonioso, isto é, que não seja sobreajustado aos dados com muitos parâmetros, e simultaneamente se ajuste bem ao conjunto de dados em estudo (Profillidis e Botzoris, 2018).

### 3.1.3.4.1 Akaike Information Criterion, 1973

O AIC é uma medida objetiva de medição da aptidão de um modelo que pondera a complexidade e o ajustamento do mesmo.

Considerando uma série temporal estacionária,  $\{X_t\}, t = 1, 2, \dots, N$ , o AIC consiste na minimização da função:

$$\begin{aligned} K(p) &= N \log_e \sigma_p^2 + p * c(n) \\ p \in P &= \{0, 1, 2, \dots, m\} \end{aligned} \quad (10)$$

onde,

$\sigma_p^2$  é a variância residual estimada para um modelo ajustado AR( $p$ ),  $c(n)$  é um termo de penalização,  $N$  o número de observações e  $m$  é uma ordem autorregressiva superior pré-determinada.

Para obter:

$$\begin{aligned} AIC(p) &= N \log_e \sigma_p^2 + 2p \\ p \in P &= \{0, 1, 2, \dots, m\} \end{aligned} \quad (11)$$

onde,

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N [X_t - \sum_{j=1}^p \phi_j X_{t-j}]^2 \quad (12)$$

ou mais compactamente:

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{N} \sum \varepsilon_t^2 \quad (13)$$

A seleção de um determinado modelo é então feita ao considerar o mínimo  $AIC = \min\{AIC(p)\}$ . Assim sendo, o modelo com o menor AIC é o escolhido (Shittu e Asemota, 2009).

### 3.1.3.4.2 Bayesian Information Criterion, 1978

O BIC é obtido ao substituir a função não-negativa,  $c(n)$ , na equação (10) por  $\log_e(N)$ . Assim sendo, fica:

$$\begin{aligned} BIC(p) &= N \log_e \hat{\sigma}_p^2 + p \log_e N \\ p &\in P = \{0, 1, 2, \dots, m\} \end{aligned} \quad (14)$$

onde,

$\hat{\sigma}_p^2$  é obtido como acima explanado e o modelo apropriado é aquele que minimiza o  $BIC(p)$ , ou seja,  $\min(BIC(p))$  (Shittu e Asemota, 2009).

### 3.1.3.4.3 Hannan - Quinn Information Criterion, 1979

O HQ tem como objetivo identificar um modelo autorregressivo, identificado como  $HQ(p)$ , e é obtido pela substituição da função de penalização não-negativa,  $c(n)$ , na equação (11), por  $C \ln C \log_e(N)$ .

Assim sendo:

$$\begin{aligned} HQ(p) &= N \log_e \hat{\sigma}_p^2 + p * C \ln C \log_e(N) \\ p &\in P = \{0, 1, \dots, m\} \end{aligned} \quad (15)$$

onde,

$C$  é a constante,  $C > 2$ .

O melhor modelo é aquele que corresponda ao mínimo  $HQ$ , isto é (i.e.),  $\min(HQ(p))$  (Shittu e Asemota, 2009).

### 3.1.3.5 Validação do modelo

Para a validação do modelo a aplicar foram usados os critérios MAPE, RMSE, TIC e  $R^2$ , sendo as equações usadas as seguintes:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \quad (16)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (17)$$

$$TIC = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{y}_i^2 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2}} \quad (18)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})^2} \quad (19)$$

onde,

$n$  é o número total de dados observados;

$y_i$  e  $\hat{y}_i$  representam, respetivamente, o valor predito e o valor estimado.

O melhor modelo corresponde ao que tiver o menor MAPE, RMSE, TIC (Dong e Jiang, 2019), e ao  $R^2$  mais elevado (El Amri *et al.*, 2022).

## **Capítulo 4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

Este capítulo tem como objetivo apresentar, analisar e interpretar os resultados do estudo empírico realizado ao parque informático da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve.

A análise será realizada sequencialmente tendo em conta os objetivos e as perguntas da investigação e, quando oportuno, serão consideradas as respostas às respetivas perguntas.

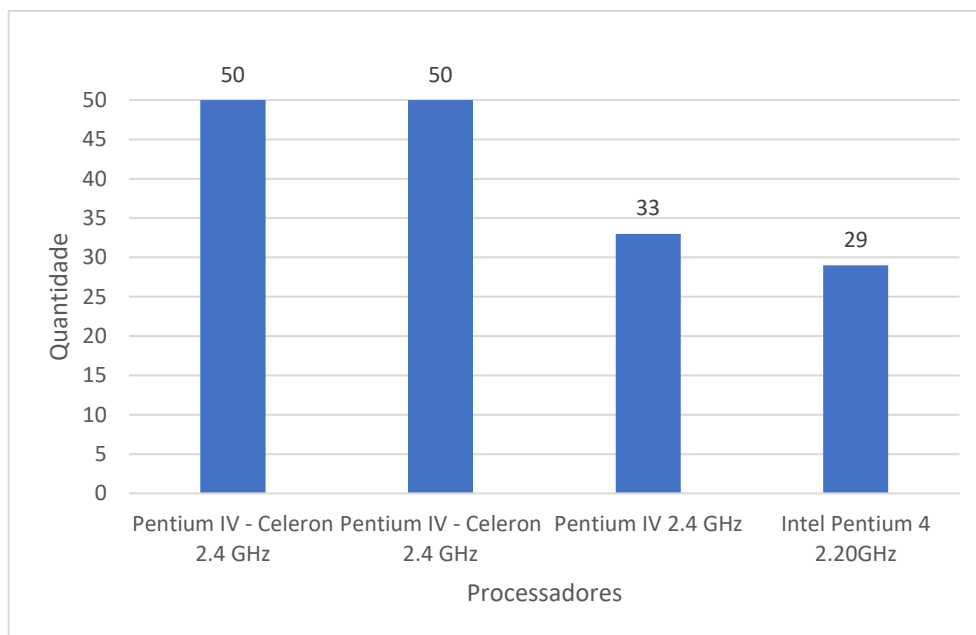
O capítulo é constituído por sete secções: na primeira observa-se a evolução da performance do parque informático da Faculdade; a segunda mostra a evolução da performance do mercado internacional; na terceira secção compara-se a *performance* do parque informático da Faculdade com a do mercado internacional; na quarta avalia-se as decisões de investimento feitas pela Faculdade no seu parque informático; na quinta secção efetua-se uma estimativa de investimento no parque informático da Faculdade para o ano de 2022; na sexta faz-se a previsão da evolução da *performance* do mercado internacional para os anos de 2021 a 2024 e na sétima secção, efetua-se uma previsão de investimento para a Faculdade para os anos de 2023 a 2025.

### **4.1 Faculdade de Economia**

#### **4.1.1 Dados iniciais**

A recolha dos dados iniciais possibilitou estabelecer um universo de 162 equipamentos informáticos, adquiridos no ano de 2005, aquando da mudança da Faculdade para as atuais instalações. Esse número de equipamentos passou a ser a base fixa do estudo, a qual é alterada em regime de substituição, através das aquisições que ocorreram nos anos subsequentes.

**Gráfico 4.1 Equipamentos existentes em 2005**

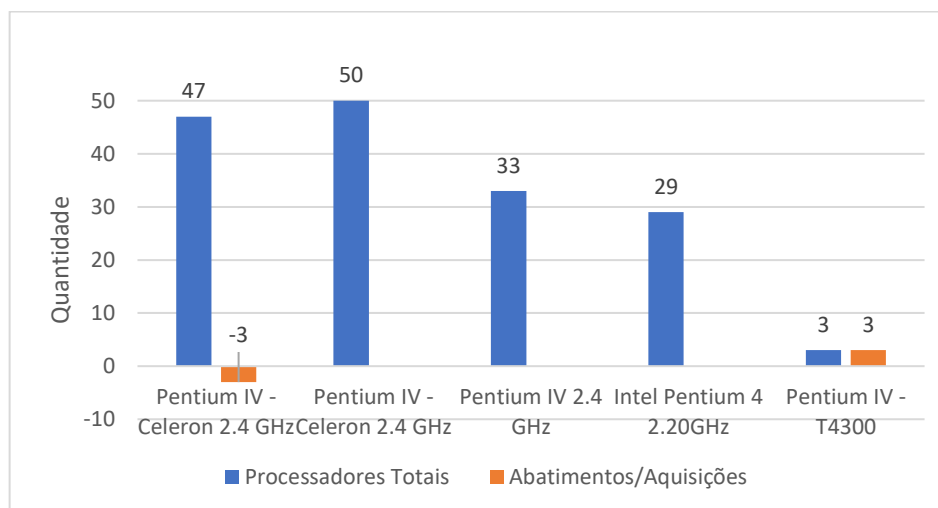


Os dados iniciais mostram que a Faculdade de Economia, em 2005, em dois momentos diferentes, fez duas aquisições de Pentium IV Celeron 2.4 GHz, com 50 unidades em cada uma delas. Também adquiriu 33 unidades de Pentium IV 2.4 GHz e 29 unidades de Intel Pentium 4 2.20 GHz (gráfico 4.1).

#### 4.1.2 Substituição após aquisições

Aquando das aquisições de equipamentos, aplica-se o regime de substituição mencionado na subsecção 4.1.1.

**Gráfico 4.2 Equipamentos existentes em 2008**



Analisa-se o ano de 2008, dado que não existem registos de aquisições nos anos de 2006 e 2007, mantendo, assim, o parque informático inalterado. Verifica-se que houve a aquisição de 3 unidades do Pentium IV - T4300, após o abatimento de 3 unidades do Pentium IV - Celeron 2.4 GHz (gráfico 4.2).

A decisão que motivou o abatimento destas 3 unidades em particular, prendeu-se com o facto de se tratar de equipamentos com valores de CPU Mark menor, ou seja, com resultados dos testes de *benchmark* mais baixos.

#### 4.1.3 Aquisições/substituições no período em estudo

A tabela 4.1 apresenta a informação das aquisições/substituições que foram sendo efetuadas ao longo do período em estudo e, como exemplificado no gráfico 4.2, estas foram provocando as alterações dos dados, ao longo do mesmo.

**Tabela 4.1 Substituições/aquisições por ano**

<b>Ano</b>	<b>Substituições/aquisições por ano</b>
2006	0
2007	0
2008	3
2009	21
2010	15
2011	45
2012	47
2013	0
2014	57
2015	10
2016	8
2017	11
2018	42
2019	43
2020	32
<b>Total</b>	<b>334</b>

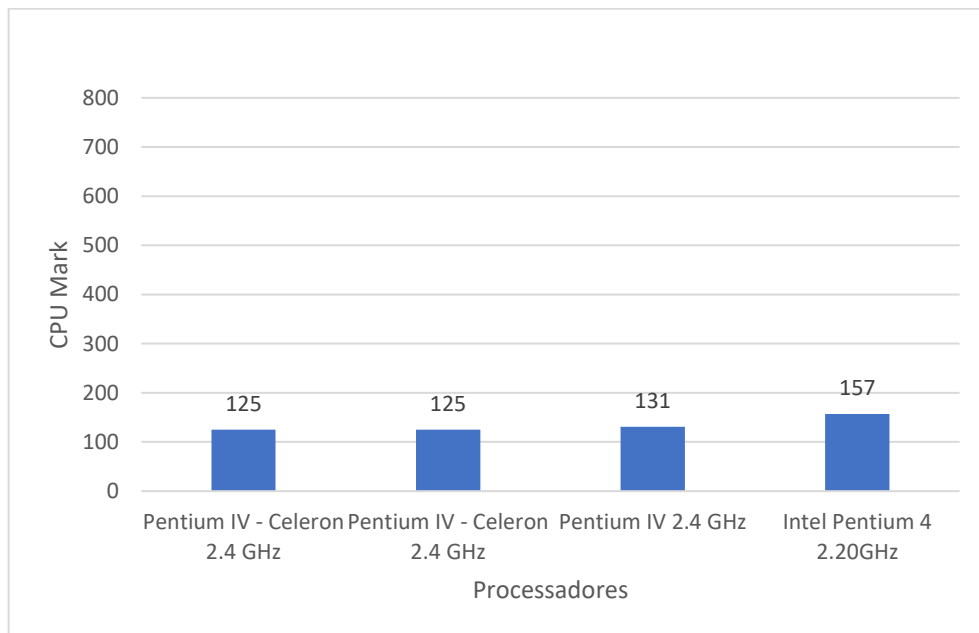
De salientar que durante o período em análise, foram efetuadas, no total, 334 aquisições, o que motivou a alteração completa, por duas vezes, do parque informático em estudo.

#### 4.1.4 Apresentação do CPU Mark por processador

Tal como se mencionou na subsecção 3.1.3, os valores referentes ao CPU Mark dos processadores referem-se a uma variável quantitativa continua de escala de rácio.

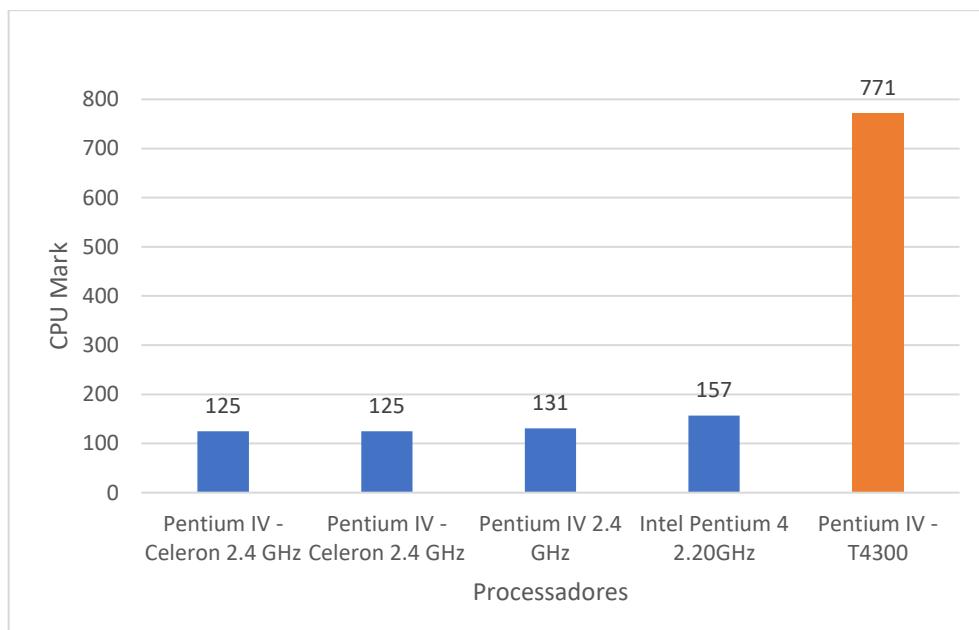
Para ilustrar a aplicação do CPU Mark por processador, passa-se a analisar os dados do ano de 2005.

**Gráfico 4.3 CPU Mark por processador referente ao ano de 2005**



O gráfico 4.3 mostra o valor dos CPU Mark por processador em 2005. Observa-se que o Pentium IV Celeron 2.4 GHz apresenta um valor de CPU Mark de 125, o Pentium IV 2.4 GHz de 131 e Intel Pentium 4 2.20 GHz um valor de 157.

**Gráfico 4.4 CPU Mark por processador em 2008**



O gráfico 4.4 incluí a aquisição de um novo tipo de processador em 2008, designado Pentium IV - T4300, que tem um CPU Mark de 771. Assim sendo, como exemplificado no gráfico 4.2, em 2008 foram abatidos três Pentium IV Celeron 2.4 GHz, por terem um valor de CPU Mark mais baixo (125) e foram incluídos nesse ano três Pentium IV - T4300, com um valor de CPU Mark superior.

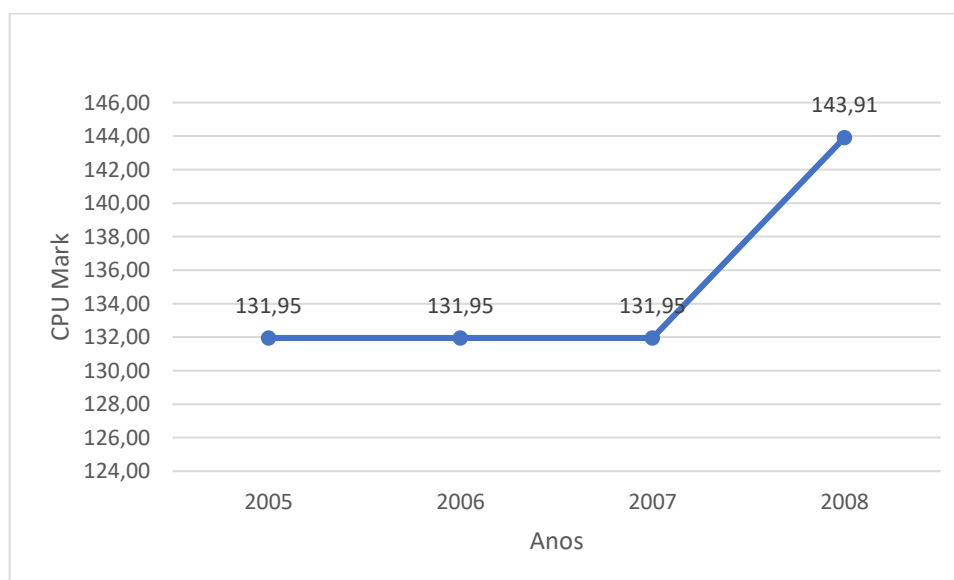
#### 4.1.5 Cálculo da média dos CPU Mark do parque informático da Faculdade

Depois de, nos gráficos 4.3 e 4.4, se terem apresentado os valores dos CPU Mark por processador, procede-se agora ao cálculo da média da totalidade dos 162 processadores do parque informático da Faculdade para cada ano do período em análise.

A utilização da média aritmética, neste conjunto de dados, permite estabelecer um indicador médio da *performance* geral do parque informático da Faculdade, ao longo do período em análise.

Em primeiro lugar, calculou-se a média aritmética dos valores dos CPU Mark dos 162 processadores existentes na base de dados ponderada pelas respetivas quantidades, para o período ente 2005 e 2008, tendo-se obtido os resultados constantes do gráfico 4.5.

**Gráfico 4.5 Médias dos CPU Mark da Faculdade no período de 2005 a 2008**



O gráfico 4.5 mostra que a média dos CPU Mark do parque informático da Faculdade em 2005 é de 131,95 e que este valor se mantém até 2007, pois tal como se

pode confirmar na tabela 4.1, não existiram aquisições nesse período e assim, não se verificam alterações do parque informático.

Após a aquisição de três equipamentos em 2008 (tabela 4.1), com um valor de CPU Mark superior (gráfico 4.4), a média dos CPU Mark do parque informático subiu de 131,95 para 143,91, o que representa um aumento de 9,17%.

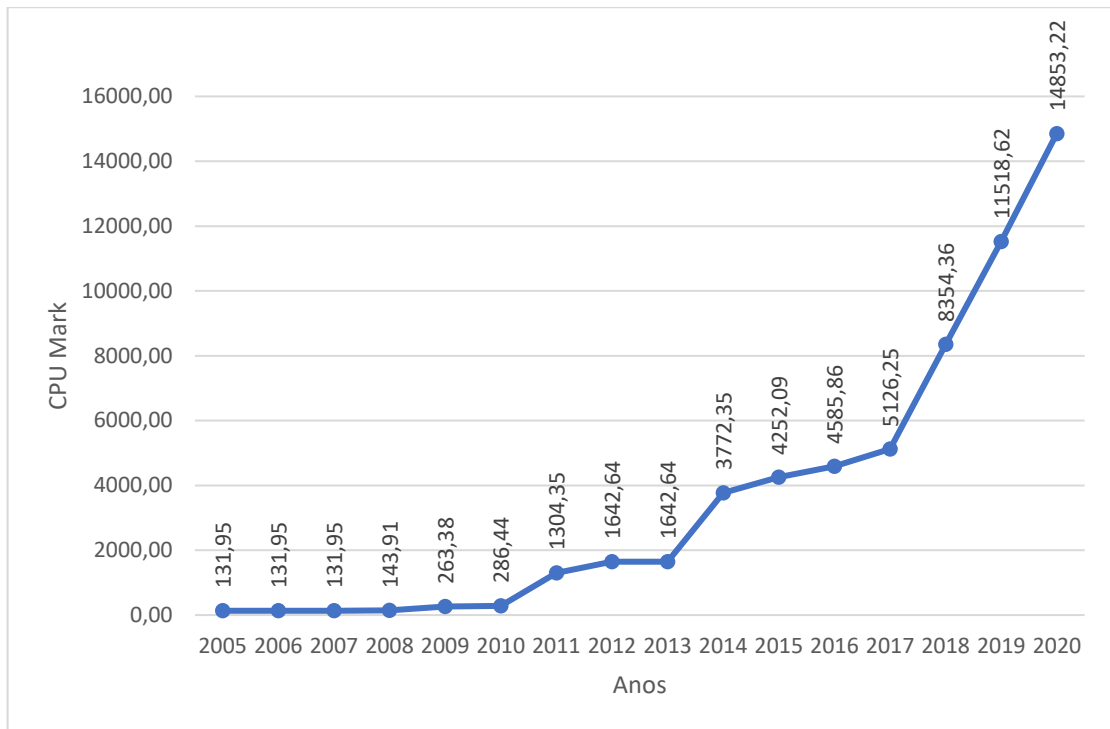
Dado que estes valores médios dos CPU Mark representam um indicador de *performance* do parque informático da Faculdade em cada ano, os mesmos vão passar a ser designados, de agora em diante, por **Indicador de Performance** (IP).

O coeficiente de variação, que nos anos de 2005, 2006 e 2007 apresentou um valor constante de 9,07%, em 2008 registou um valor de 60,61% (gráfico 4.9). Este acréscimo, bastante significativo na variabilidade dos dados, deve-se ao facto de os três processadores que apresentavam o resultado de CPU Mark mais baixo, terem sido substituídos por outros três processadores com um valor de CPU Mark bastante superior aos existentes.

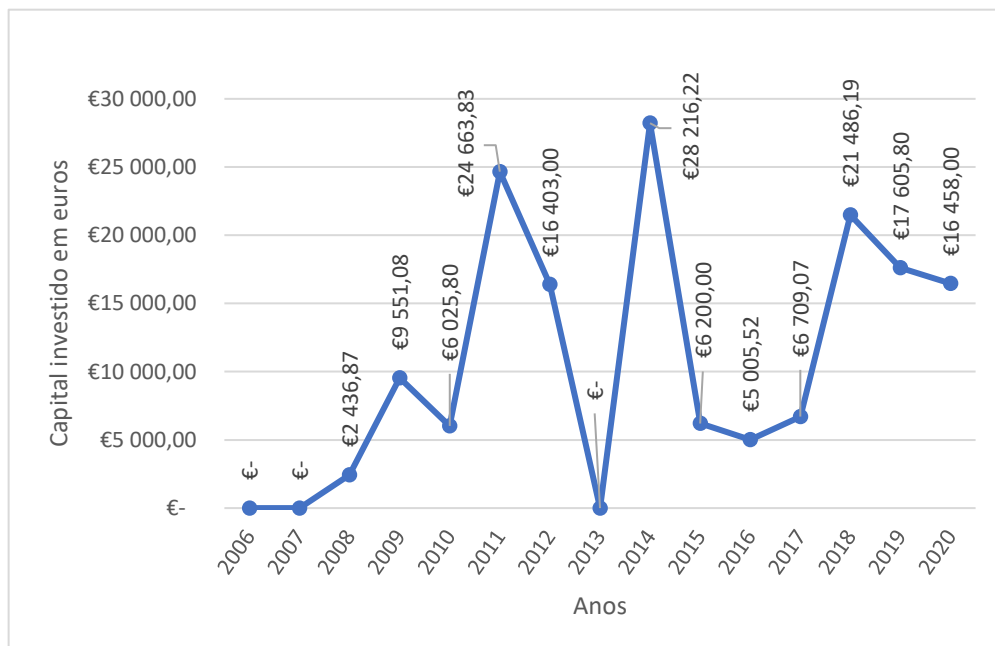
#### **4.1.6 Indicador de Performance de 2005 a 2020**

O gráfico 4.6 apresenta a evolução do IP dos processadores da Faculdade de Economia para o período de 2005 a 2020. Pode, assim, concluir-se que a Faculdade tem vindo a aumentar os valores deste indicador, com especial incidência nos anos de 2011, 2014, 2018, 2019 e 2020, ou seja a aumentar a *performance* dos seus processadores neste período.

**Gráfico 4.6 Indicadores de Performance da Faculdade de 2005 a 2020**

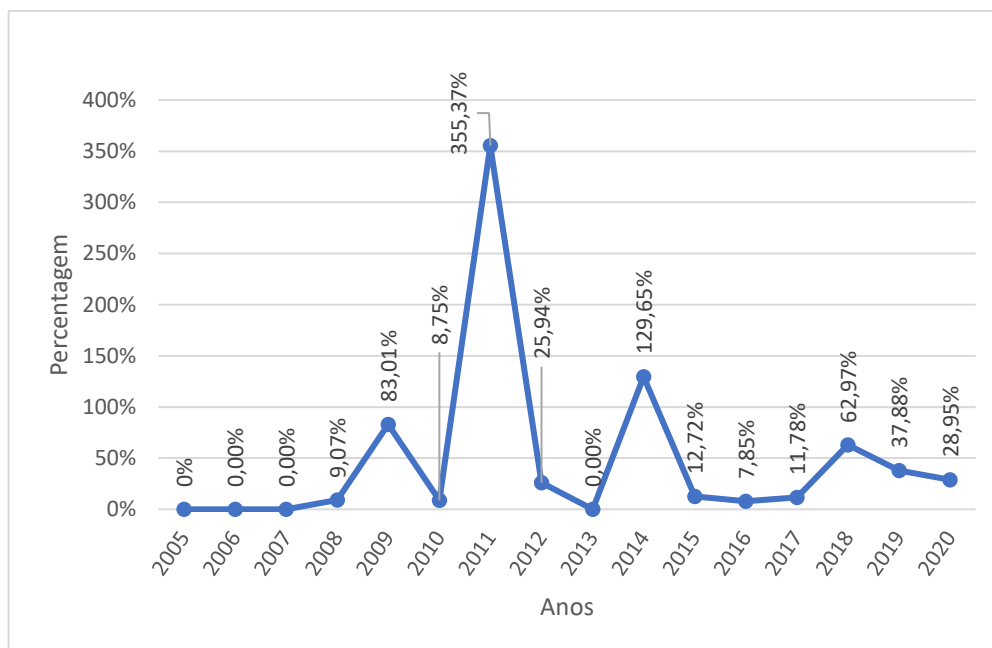


**Gráfico 4.7 Investimento da Faculdade de 2006 a 2020**



Ao analisar-se os investimentos anuais feitos pela Faculdade, entre 2005 e 2020 (gráfico 4.7), pode-se constatar que a subida dos IP, nos anos de 2011, 2014, 2018, 2019 e 2020, coincide com os períodos de maior investimento.

**Gráfico 4.8 Percentagem de evolução anual dos IP da Faculdade**



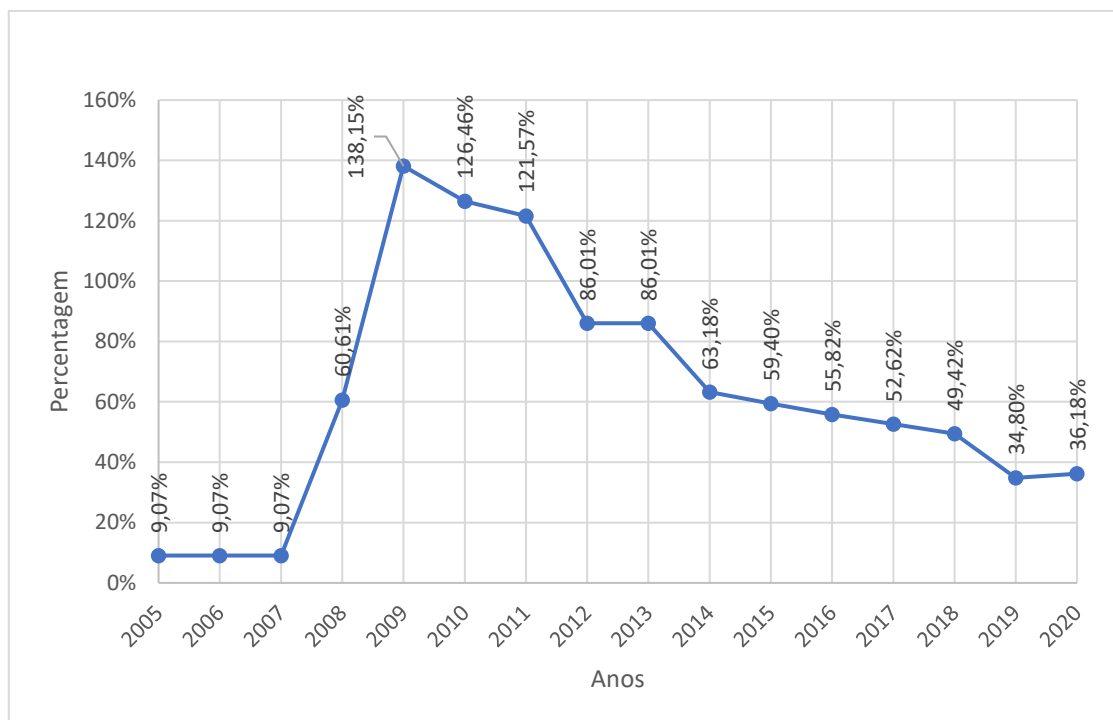
No gráfico 4.8, destaca-se de imediato o ano de 2011, com uma evolução de 355,37% do IP em relação ao ano anterior. Nesse ano, verificou-se uma subida do valor do IP de 286,44 para 1304,35 (gráfico 4.6), a qual coincidiu com um investimento no valor de €24663,83, considerado avultado, após um período relativamente longo, de 2005 a 2010, onde o investimento foi moderado ou mesmo inexistente (nos anos de 2005, 2006, 2007) (gráfico 4.7).

Ressalta-se, também, o ano de 2014, com uma evolução do IP de 129,65%, confirmando-se uma subida deste indicador de 1642,64 para 3772,35 (gráfico 4.6). Esta subida surge após um ano (2013) sem investimento (gráfico 4.7).

#### **4.1.7 Análise da dispersão**

Para medir a dispersão dos dados ao longo do período em análise, utilizou-se o coeficiente de variação. Trata-se de um indicador que mostra a variabilidade dos valores dos CPU Mark do parque informático da Faculdade, os quais apresentam diferenças significativas relativamente à sua ordem de grandeza. O objetivo principal é ter o melhor IP possível com a menor variabilidade, de modo a comparar o padrão de evolução dos anos em estudo.

**Gráfico 4.9 Coeficiente de Variação dos valores dos CPU Mark do parque da Faculdade**



No gráfico 4.9 observa-se uma alteração significativa na variabilidade dos valores dos CPU Mark do parque informático da Faculdade entre 2007 e 2009, muito por força dos anos sem investimento tecnológico, i.e., 2006 e 2007 (gráfico 4.7). Nesse período, verifica-se que não houve atualização tecnológica do parque, tanto que os três equipamentos informáticos adquiridos em 2008, tinham um valor de CPU Mark bastante superior aos equipamentos existentes (gráfico 4.4).

No período entre 2009 e 2019, verifica-se uma diminuição da variabilidade dos valores dos CPU Mark do parque informático da Faculdade, denotando-se uma maior redução no coeficiente de variação nos anos 2012 e 2014. A tabela 4.1 mostra, igualmente, que esses foram os anos em que houve uma maior renovação do parque informático, com 47 e 57 equipamentos substituídos, respetivamente. Em ambas as situações, procedeu-se à substituição de equipamentos informáticos de 2005 que possuíam uma *performance* mais reduzida. Em 2014, foram substituídos os últimos 31 equipamentos de 2005.

Por último, em 2020, os valores dos CPU Mark do parque da Faculdade apresentam um coeficiente de variação de 36,18%, o que demonstra agora a existência de pouca dispersão nos valores deste indicador.

Pode assim concluir-se que o parque informático da Faculdade apresenta uma evolução muito significativa na sua *performance*, passando de IP de 131,95 em 2008 para 14853,22 em 2020. É também visível que o investimento significativo feito entre 2018 e 2020 teve um impacto assinalável, pois o parque passou de um valor de um IP de 5126,25 em 2017 para 14853,22 em 2020.

A análise acabada de realizar, que retrata a evolução da *performance* do parque informático da Faculdade de Economia tendo em conta os investimentos realizados no período em estudo, permite responder à primeira pergunta da investigação.

## 4.2 Mercado Internacional

### 4.2.1 Dados iniciais

A análise do mercado internacional foi realizada com recurso à base de dados facultada pela empresa PassMark, tal como foi mencionado no capítulo da Metodologia. Esta base de dados informa o número de processadores testados pela primeira vez num ano específico e só analisa processadores lançados no mercado como produtos finais. O n.º de observações corresponde ao número de processadores testados (tabela 4.2).

**Tabela 4.2 Totais de observações e processadores do mercado internacional**

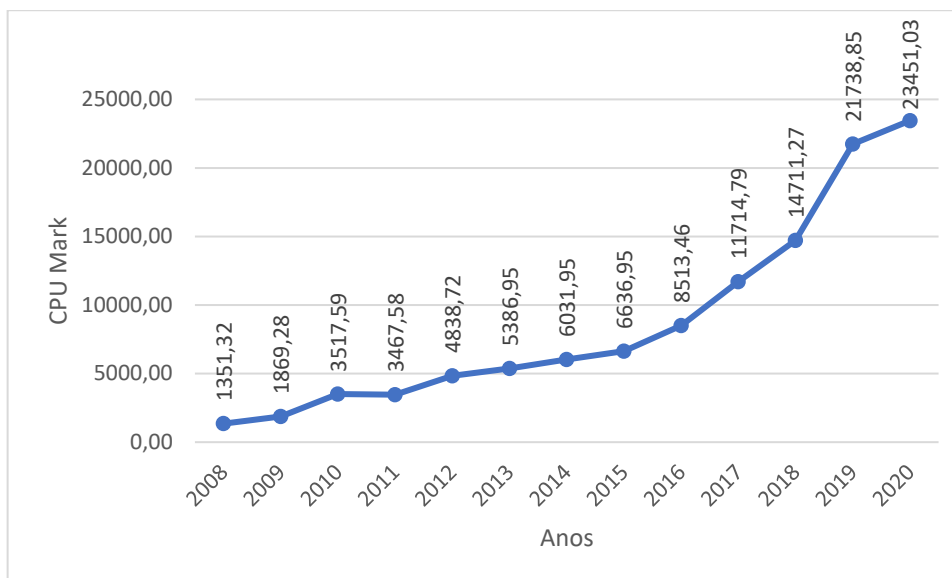
<b>Ano</b>	<b>N.º de observações</b>	<b>N.º de processadores</b>
2008	71 937	89
2009	52 930	170
2010	64 207	86
2011	36 931	69
2012	110 010	79
2013	65 830	76
2014	82 836	102
2015	48 629	49
2016	23 163	50
2017	59 939	72
2018	45 461	57
2019	43 945	65
2020	13 543	81
<b>Total</b>	<b>720 361</b>	<b>1 045</b>

A tabela 4.2 regista os dados que a empresa PassMark facultou nos anos de 2008 a 2020. Estão mencionadas 720 361 observações realizadas a 1 045 processadores individuais, no período em análise.

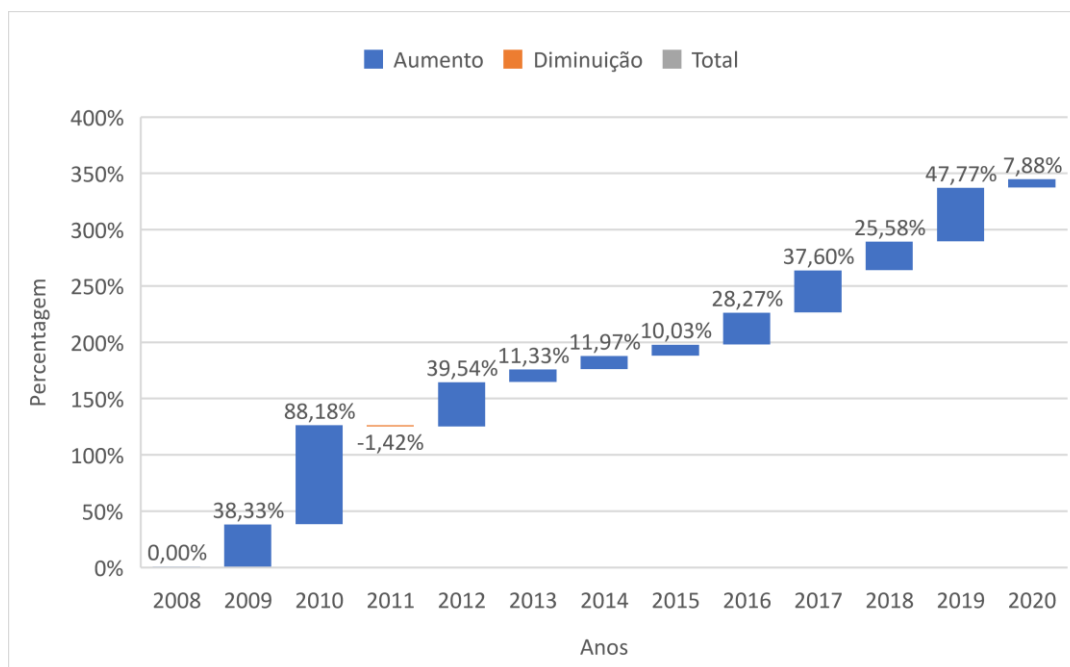
## 4.2.2 Médias dos CPU Mark de 2008 a 2020 no mercado internacional

Aplicando à base de dados do mercado internacional a mesma metodologia que se aplicou na subsecção 4.1.5, obtém-se os resultados presentes no gráfico 4.10.

**Gráfico 4.10 Médias dos CPU Mark do mercado internacional de 2008 a 2020**



**Gráfico 4.11 Evolução tecnológica do mercado internacional de 2008 a 2020**



A análise conjunta dos gráficos 4.10 e 4.11 permite observar que, por um lado, o ano de 2011 foi um ano atípico pois houve um decréscimo na evolução tecnológica de 1,42%, facto único em todo o período em análise. Por outro lado, ocorreu uma evolução tecnológica significativa em 2009, 2010 e 2012, com subidas de 38,33%, 88,18% e

39,54%, passando de uma média dos CPU Mark de 1351,42, em 2008, para 4838,72, em 2012, mesmo tendo em conta o ano atípico de 2011.

Entre 2013 e 2015 observa-se um crescimento moderado entre 10% e 12% ao ano.

A partir de 2016 e, essencialmente, de 2017 até 2019, é visível um ponto de evolução tecnológica muito acentuado.

Em 2017, a empresa AMD lançou um novo produto designado Ryzen. O primeiro exemplar desta nova gama de processadores foi o AMD Ryzen 5 1600x, lançado a 11 de abril de 2017 (AMD, n.d.).

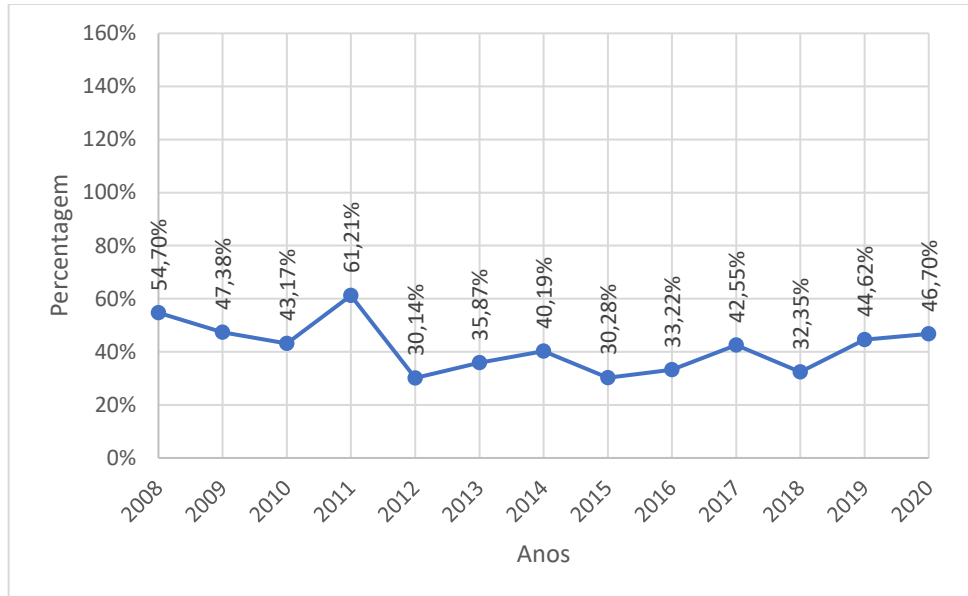
Com esta nova gama de processadores, a empresa volta a apresentar resultados de CPU Mark muito elevados, em relação ao seu processador com melhor prestação de 2016, o AMD FX-6330 Six-Core. Este último, apresenta um resultado de CPU Mark de 4479, enquanto o topo de gama dos Ryzen de 2017, o AMD Ryzen Threadripper 1920X, apresenta um resultado de CPU Mark de 23061.

No ano seguinte, a AMD volta a ter um crescimento do valor do CPU Mark significativo, em que o processador Ryzen Threadripper 2990WX apresenta um resultado de 32196 (39,6% de aumento face ao 1920X), seguindo-se, em 2019 o processador Ryzen Threadripper 3970X a apresentar valor de CPU Mark de 64155 (99,3% de aumento face ao 2990WX) e, em 2020 o processador Ryzen Threadripper 3990X, com um valor de CPU Mark de 80948 (26,2% de aumento face ao 3970X).

### 4.2.3 Análise de dispersão

Para medir a dispersão dos dados utilizou-se também o coeficiente de variação.

**Gráfico 4.12 Coeficiente de Variação no mercado internacional**



No gráfico 4.12 observa-se que, apesar das alterações anuais decorrentes da evolução tecnológica (gráfico 4.11), a adoção dos novos processadores pelo mercado, analisados através dos valores dos CPU Mark, regista uma variabilidade relativamente reduzida no período em estudo, confirmada pelo coeficiente de variação.

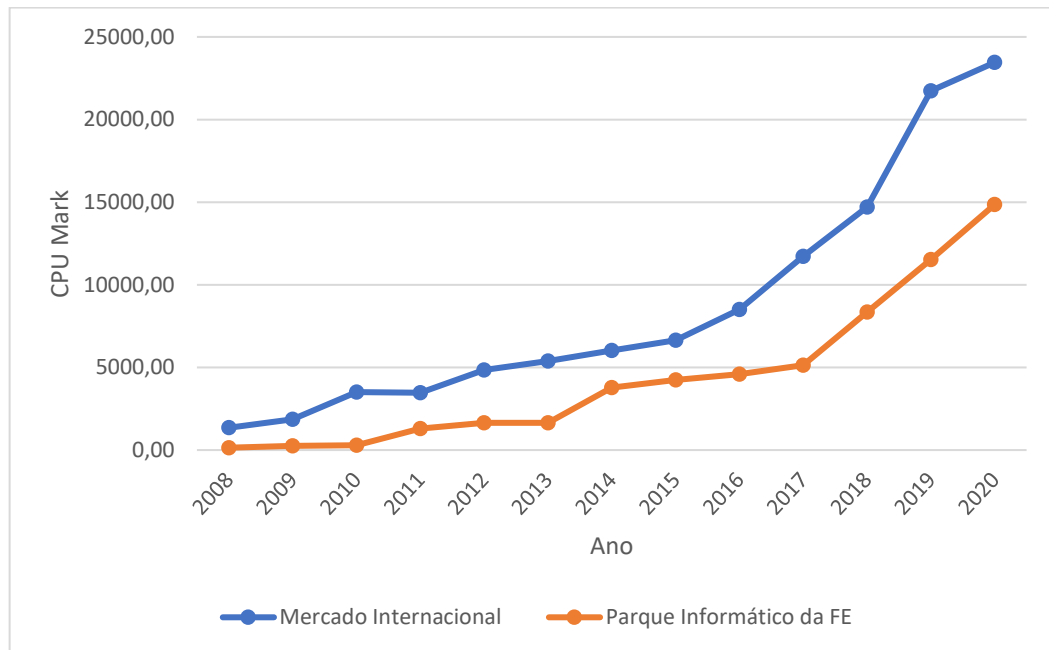
Verifica-se ainda que a maior variabilidade acontece em 2011 (61,21%), o único ano em que aconteceu uma diminuição dos valores dos CPU Mark do mercado internacional. Esta situação indica que quando falta inovação tecnológica, as opções de aquisição dos utilizadores/empresas tendem a dispersar-se mais pelas opções existentes no mercado.

Em suma, apesar de haver uma oferta variada de processadores lançados anualmente no mercado, com ofertas dispersas em termos de *performance*, o que é positivo para o gestor na vertente da tomada de decisão, o coeficiente de variação indica que as aquisições são feitas maioritariamente em redor do ponto-médio, desde que exista inovação tecnológica.

### 4.3 Análise comparativa

Nesta secção vai ser comparada a evolução anual da *performance* do parque informático da Faculdade com a evolução anual do mercado internacional.

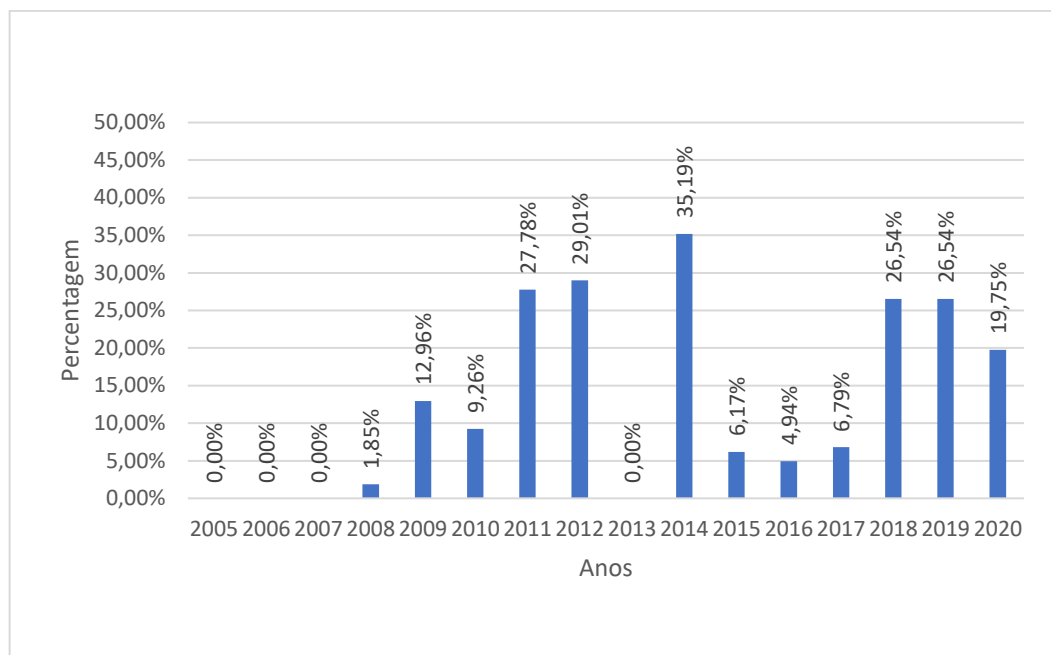
**Gráfico 4.13 Comparação da evolução anual da *performance* entre o parque informático da Faculdade e o mercado internacional**



O gráfico 4.13 apresenta a comparação entre as médias dos CPU Mark do mercado internacional com as do parque informático da Faculdade. De realçar que os dados relativos ao mercado internacional dizem respeito aos novos processadores que anualmente são lançados no mercado, ao passo que os dados do parque informático da Faculdade são relativos a processadores adquiridos ao longo de vários anos e que se mantêm em funcionamento.

Verifica-se no gráfico 4.13 que a evolução a nível do mercado internacional é contínua e gradual, o que obriga as empresas/instituições a um investimento contínuo para não ficarem tecnologicamente desatualizadas. A Faculdade tem feito investimentos no sentido de acompanhar esse crescimento (tabela 4.1 e gráfico 4.6), como de resto está refletido nos gráficos 4.14 e tabela 4.3.

**Gráfico 4.14 Percentagem da renovação anual do parque informático da Faculdade**



Na tabela 4.3 examina-se o desvio, em percentagem, das médias dos CPU Mark do mercado internacional em relação às médias dos CPU Mark da Faculdade de Economia. Os dados comparativos incidem no período entre 2008 e 2020, anos em existem dados para o mercado internacional e para a Faculdade.

**Tabela 4.3 Desvio entre as médias dos CPU Mark do mercado internacional e do parque da Faculdade**

Ano	CPU Mark do mercado internacional	CPU Mark do parque da Faculdade	Desvio %
2008	1351,32	143,91	838,98%
2009	1869,28	263,38	609,72%
2010	3517,59	284,44	1128,04%
2011	3467,58	1304,35	165,85%
2012	4838,72	1642,64	194,57%
2013	5386,95	1642,64	227,94%
2014	6031,95	3772,35	59,90%
2015	6636,95	4252,09	56,09%
2016	8513,46	4585,86	85,65%
2017	11714,79	5126,25	128,53%
2018	14711,27	8354,36	76,09%
2019	21738,85	11518,62	88,73%
2020	23451,03	14853,22	57,89%

Numa observação preliminar constata-se que, no primeiro ano de comparação, o valor do IP da Faculdade já apresentava um desvio de 838,98% em relação à média dos CPU Mark do mercado internacional (tabela 4.3). A ausência de investimento em 2006, 2007 e mesmo em 2008, ano em que se renovou apenas 1,85% do parque informático (gráfico 4.14), explica esse desvio.

Em 2010, o parque informático da Faculdade atingiu um valor bastante superior de desvio do seu IP, cifrando-se em 1128,04% relativamente ao mercado internacional (tabela 4.3), o que revelava um desvio bastante penalizador para o desempenho competitivo da Faculdade. Este desvio ocorreu apesar da Faculdade ter atualizado o seu parque informático nos anos de 2009 e 2010, cumulativamente, em 22,22% (gráfico 4.14) e do IP da Faculdade ter passado de 143,91 em 2008 para 284,44 em 2010 (tabela 4.3), visto que no ano de 2010 o mercado internacional apresentou uma evolução tecnológica de 88,88% (gráfico 4.11).

Em 2011, a Faculdade fez o seu segundo maior investimento do período em estudo (gráfico 4.7) e, associado a este ter sido um ano com uma evolução negativa no mercado internacional (gráfico 4.11), observou-se uma diminuição do desvio do IP da Faculdade para 165,85% (tabela 4.3).

Em 2012, o mercado internacional voltou a ter uma subida significativa em relação a 2011 de 39,54% (gráfico 4.11), o que voltou a causar o aumento do desvio do IP apesar do investimento significativo (gráfico 4.7).

Em 2013, ano sem investimento por parte da Faculdade (gráfico 4.14), elevou o desvio para 227,94% (tabela 4.3).

No ano de 2014, registou-se uma mudança na política de investimento da Faculdade de Economia, passando as aquisições a focarem-se, essencialmente, na compra de processadores Intel I7. Até esse ano, a Faculdade tinha optado por soluções com *performance* mais baixa, tais como processadores Intel I5, Intel Pentium G445 ou AMD Athlon x64.

O efeito dessa mudança está refletido na tabela 4.3, onde se observa que o IP do parque informático da Faculdade reduziu o desvio para 59,90% em relação ao mercado internacional. Este resultado também foi possível por este ter sido o ano, do período em estudo, em que a Faculdade mais investiu em equipamentos informáticos (gráfico 4.7).

De 2015 a 2017, a Faculdade voltou a ter uma sequência de pouca renovação, totalizando, cumulativamente, 17,9% dos equipamentos substituídos no seu parque informático (gráfico 4.14), levando ao aumento do desvio em relação ao mercado internacional para 128,53% (tabela 4.3).

Entre 2018 e 2020, a Faculdade voltou a investir no seu parque informático (tabela 4.7), optando por processadores AMD Ryzen 7, com *performance* mais elevada. Contudo observa-se na tabela 4.3 que o desvio do IP da Faculdade em relação ao mercado internacional, somente em 2020 voltou a descer para valores abaixo de 60%. Esta situação deveu-se essencialmente ao forte crescimento do mercado internacional, causado pelo reaparecimento, competitivo em 2017, da AMD no mercado dos processadores x86 (abordado na subsecção 4.2.2), o que também motivou a evolução da concorrente Intel.

O IP do parque informático da Faculdade em 2020 apresenta um desvio de 57,89% (tabela 4.3), o que é um resultado bastante positivo.

Em conclusão, a *performance* do parque informático da Faculdade teve alguns períodos de maior afastamento em relação à *performance* do mercado internacional, contudo em 2020, voltou a haver uma aproximação. Porém, é fundamental que o investimento seja continuado, pois se a evolução tecnológica no mercado internacional continuar a crescer, como se tem verificado desde 2016, é necessário investimento por parte da Faculdade para não voltar a ocorrer um aumento do desvio em relação ao mercado internacional.

A análise comparativa entre a *performance* dos processadores do parque informático da Faculdade e a do mercado internacional possibilita a resposta à segunda pergunta da investigação.

#### **4.4 Análise ao investimento**

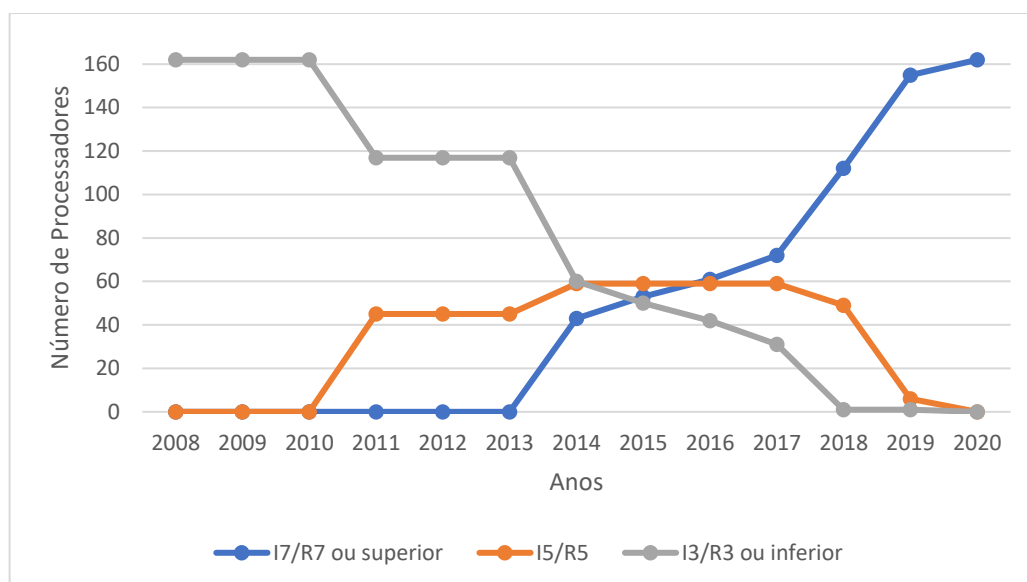
Para a análise de investimento, primeiramente, vai ser estudada a mudança estratégica da Faculdade de Economia em 2014, quando passou a optar por processadores de maior *performance*.

#### 4.4.1 Estratégia de aquisição da Faculdade de Economia

A designação, por parte da Intel, de I3, I5 e I7, nasceu em 2008 (Ark.intel, n.d.), enquanto o R3, R5 e R7, da AMD, nasceu no lançamento da série Ryzen, em 2017 (AMD, n.d.). Estas séries foram abordadas com maior detalhe na subsecção 2.4.1.

Tendo em conta estas designações, procede-se à análise do gráfico 4.15 que mostra a adoção estratégica por parte da Faculdade no segmento de mercado específico, considerando para o efeito o I7 e R7 no mesmo segmento, seguidos do I5 e R5 e terminando com o I3, R3 e outros processadores de séries inferiores. O ano inicial considerado será 2008, data do primeiro processador com uma destas designações da Intel.

**Gráfico 4.15 Número de processadores por série no parque informático da Faculdade**



No gráfico 4.15, observa-se que, em 2011, a Faculdade de Economia adquiriu 45 processadores da série I5/R5, o que se refletiu de imediato na *performance* do seu parque informático (gráfico 4.6) e na redução do desvio em relação ao mercado internacional (tabela 4.3). Contudo, é em 2014, com a aquisição dos primeiros I7/R7 ou superior e, portanto, a não aquisição de processadores da série I3/R3 ou inferior, que é observável uma melhoria significativa na *performance* do parque informático da Faculdade. Deste modo, o Indicador de *Performance* do parque informático da Faculdade aumentou e o desvio em relação ao mercado internacional diminuiu (tabela 4.3).

Em 2020, a Faculdade de Economia tem todo o seu parque com I7/R7 ou superior (gráfico 4.15) e um dos menores desvios, relativamente ao mercado internacional, no período em estudo (tabela 4.3).

#### 4.4.2 Evolução dos preços de lançamento dos processadores x86

Para se entender melhor as decisões de investimento da Faculdade, é necessário observar o mercado dos processadores x86, assim como a oferta disponibilizada pelas duas empresas (Intel e AMD) e as estratégias de valor associadas.

Para seguir a evolução dos preços de lançamento foram consultados os sítios da internet: Ark.intel (n.d.), AMD (n.d.) e Anandtech (n.d.).

A Intel designa os seus preços de lançamento por *Recommended Customer Price* (RCP) que correspondem a um valor destinado à aquisição de, pelo menos, 1000 unidades (Ark.intel, n.d.).

No caso da AMD, a recomendação é por unidade ao consumidor final e tem como designação *Manufacturer's Suggested Retail Price* (MSRP), (AMD, n.d.; Anandtech, n.d.).

Os dados aqui analisados são uma amostra dos vários modelos de algumas linhas de topo das séries da Intel e AMD (I7/R7 e I5/R5), disponibilizados pelas duas empresas no mercado.

**Tabela 4.4 Valores de lançamento de algumas gerações de processadores Intel e AMD**

MSRP por Geração						
	1	2	3	5		
AMD Ryzen 7 [Y]700X	\$ 399	\$ 329	\$ 329	\$ 299		
AMD Ryzen 7 [Y]700	\$ 329	\$ 299	*	*		
AMD Ryzen 5 [Y]600X	\$ 249	\$ 229	\$ 249	\$ 230		
AMD Ryzen 5 [Y]600	\$ 219	\$ 199	\$ 199	\$ 199		
RCP por Geração						
	7	8	9	10	11	12
Intel I7 [Y]700K	\$ 305	\$ 359	\$ 374	\$ 374	\$ 399	\$ 409
Intel I7 [Y]700	\$ 272	\$ 303	*	\$ 323	\$ 323	\$ 339
Intel I5 [Y]600K	\$ 217	\$ 258	\$ 262	\$ 262	\$ 262	\$ 289
Intel I5 [Y]600	\$ 199	*	*	\$ 213	\$ 213	\$ 223

Nota: O \* representa modelos que não foram lançados pelas empresas nessas gerações de processadores

Fonte: Ark.intel (n.d.), AMD (n.d.), Anandtech (n.d.)

Para uma correta leitura da tabela 4.4 é necessário que a variável [Y] seja substituída pelo número correspondente da coluna “geração”. Por exemplo, um AMD Ryzen [Y]700X de geração “1” corresponde a um AMD Ryzen 1700X, com o custo de \$399.

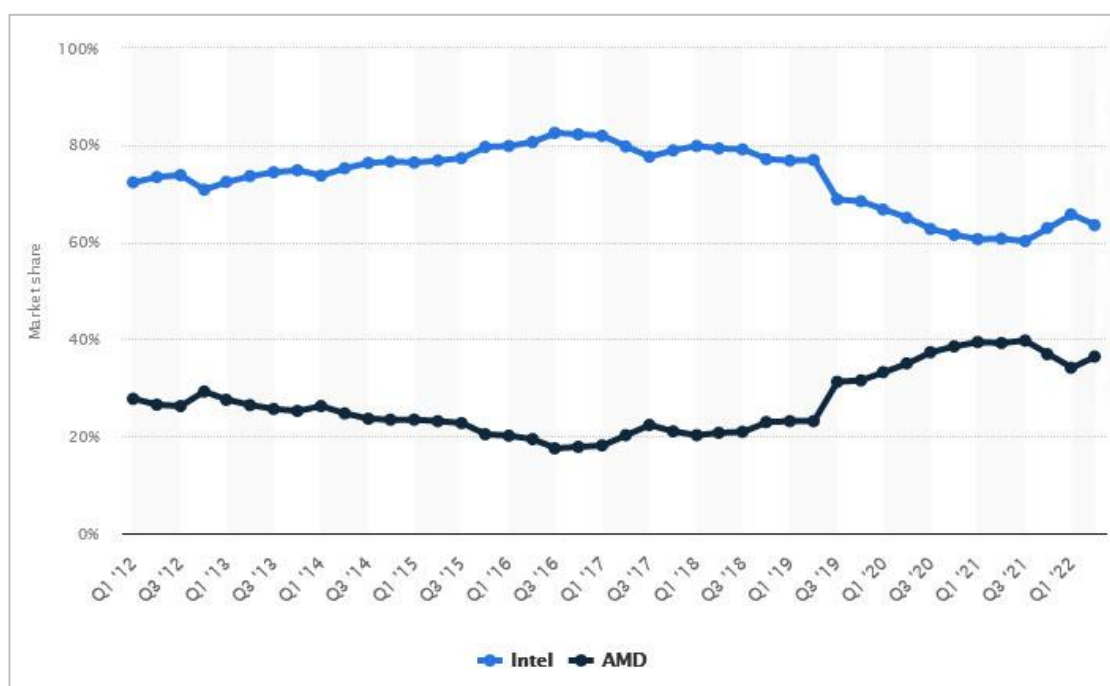
Tanto o valor do RCP como do MSRP estão apresentados em *United States Dollar* (USD), pois ambas as empresas são originárias dos Estados Unidos da América e apresentam os preços de referência dos seus produtos em USD.

A geração 7 da Intel e a geração 1 da AMD Ryzen foram lançadas em 2017. Daí até 2021, são 6 gerações de processadores Intel e 4 gerações de processadores AMD (tabela 4.4), embora a AMD não tenha apresentado processadores com a designação de geração 4, no segmento *desktop*, passando assim, da série 3000 para a série 5000.

Na tabela 4.4, pode ver-se que a Intel tem vindo a subir os seus valores de referência, ao contrário da AMD que tem, maioritariamente, apresentado uma estratégia de diminuição do seu MSRP. Todos os modelos da Intel apresentam um valor mais elevado na geração 12, sofrendo subidas graduais ao longo das várias gerações. A AMD, por outro lado, tem atuado no sentido oposto, com exceção feita ao modelo [Y]600X, o qual apresenta uma flutuação inconstante do MRSP.

Observando a geração 5 da AMD e a geração 12 da Intel, na tabela 4.4, pode-se concluir que a Intel tem um valor de referência RCP superior ao MSRP da AMD, em todos os segmentos diretamente comparáveis.

**Gráfico 4.16 Quota de mercado dos processadores x86**



Fonte: Statista.com

No gráfico 4.16, verifica-se que a Intel tem uma posição dominante no mercado dos processadores x86. De notar que, após o lançamento da série Ryzen da AMD, no final do primeiro quadrimestre de 2017, quando esta empresa tinha 18,1% de quota de mercado, ocorreu uma mudança na tendência de perda de quota de mercado da AMD em relação ao seu concorrente.

Apesar de uma ligeira inversão da tendência no ano de 2021, a AMD quebrou o movimento de descida no início de 2022, com a recuperação para os 36,4% de quota de mercado, embora a Intel continue a manter 63,5% da cota do mercado (Aslop, 2022).

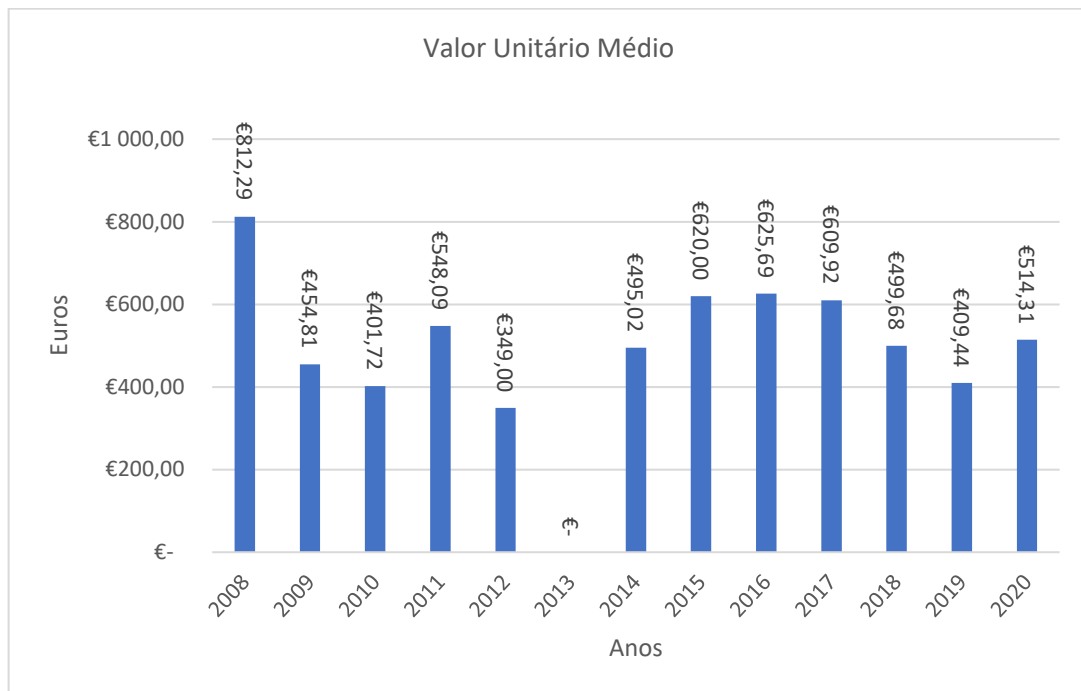
#### **4.4.3 Análise de Investimento na Faculdade de Economia**

Ao longo dos anos em que este estudo se debruça, a Faculdade de Economia fez um total de 334 aquisições, conforme apresentado na tabela 4.1, e um investimento total de 160.761,38 euros, distribuídos de acordo com o gráfico 4.7.

Analisando mais detalhadamente esta distribuição, o gráfico 4.17 expõe o valor médio por aquisição de cada equipamento. De salientar que, apesar deste estudo se centrar exclusivamente no processador, a aquisição de um *desktop* inclui outros elementos para

além deste, como *motherboard*, memória RAM, fonte de alimentação, caixa, disco HDD ou SSD e, dependendo do processador, CPU *cooler* e/ou placa gráfica.

**Gráfico 4.17 Valor médio unitário em euros do investimento realizado pela Faculdade**



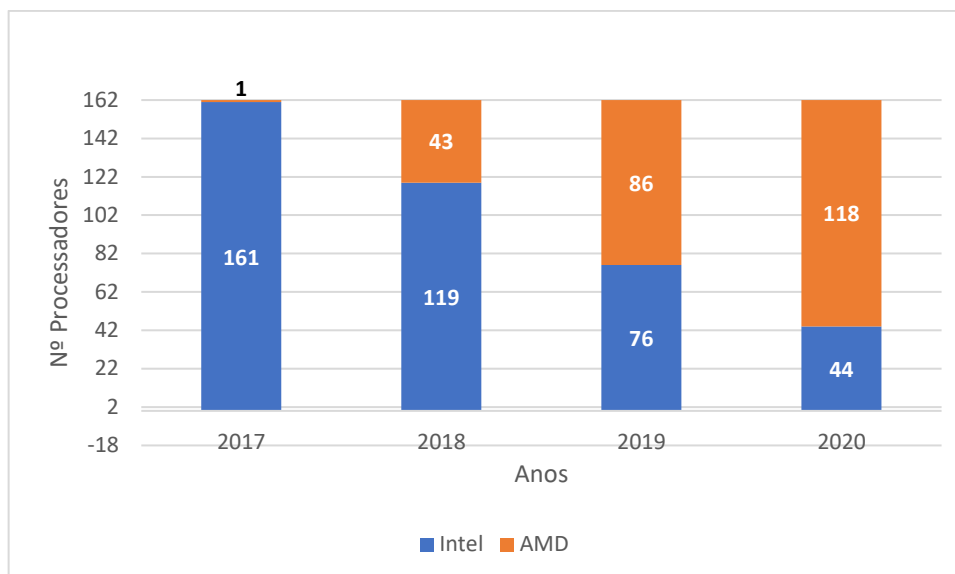
No gráfico 4.17 pode constatar-se que, de 2009 até 2014, o valor unitário de aquisição por processador, apresentou os valores mais baixos do período em estudo. Na observação da base de dados verifica-se que foram equipamentos adquiridos com processadores I5 ou inferiores.

Desse ano até 2017, com a opção de investir em processadores Intel I7, o preço unitário por equipamento apresenta uma subida, o que permite concluir que a opção por este tipo de processadores levou a um a ganho de *performance* (gráfico 4.6) mas com um aumento do custo financeiro associado.

De 2018 a 2020, a opção pelos AMD Ryzen 7, registou um decréscimo no preço médio por processador.

Como já referido anteriormente, o lançamento da série Ryzen, em 2017, trouxe uma maior *performance* associada a um valor mais baixo. Na tabela 4.4, pode ver-se que a redução do valor de MSRP, desde o seu lançamento nas várias gerações dos AMD Ryzen, tem uma relação direta com a diminuição do preço unitário de cada equipamento informático adquirido pela Faculdade.

**Gráfico 4.18 Número de processadores Intel/AMD no parque informático da Faculdade**



No gráfico 4.18, de 2017 a 2020, é visível a mudança na distribuição dos processadores, por fabricante, no parque informático da Faculdade de Economia. Nos anos de 2018 a 2020, a totalidade das aquisições foram AMD Ryzen, o que levou à mudança do panorama tecnológico na Faculdade, mantendo a aproximação aos valores dos CPU Mark do mercado internacional, com um custo unitário inferior.

Na tabela 4.5, compara-se a percentagem de eficiência dos dois períodos de investimento, 2014-2017 e 2018-2020.

**Tabela 4.5 Comparação entre investimento e renovação do parque informático da Faculdade nos períodos 2014-2017 e 2018-2020**

Percentagem de investimento e renovação do parque informático			
Período	% de investimento	% de renovação	% de variação dos CPU Mark
2014-2017	45,37%	42,16%	35,89%
2018-2020	54,63%	57,84%	77,79%

No período de 2018-2020 existiu um investimento maior (54,63%) do que no período de 2014-2017 (45,37%) tendo havido uma maior eficiência nesse período, pois permitiu uma renovação do parque informático da Faculdade de 57,84%, sendo assim mais eficiente que o investimento feito no período anterior. O período de 2018-2020 contempla a mudança para aquisição de processadores AMD. A tabela 4.5 confirma, assim, as observações efetuadas ao gráfico 4.17.

Em relação à percentagem de variação do Indicador de *Performance*, no período 2018-2020 houve um crescimento de 77,79%, enquanto no período 2014-2017 o

crescimento se situou nos 35,89%, o que confirma a maior eficiência do investimento em 2018-2020.

Em conclusão, a alteração estratégica no investimento efetuada pela Faculdade no seu parque informático em 2014, ao escolher equipamentos informáticos com *performance* mais elevada, permitiu uma aproximação aos valores dos CPU Mark do mercado internacional. Todavia, este ganho de *performance* teve um custo orçamental superior.

O aproveitamento estratégico, por parte da Faculdade, do reaparecimento, em 2017, de um concorrente forte, com boa *performance* (AMD) e com um valor unitário por processador mais reduzido, levou a que esta Unidade Orgânica continuasse a aumentar a *performance* do seu parque informático com um investimento inferior.

A análise realizada nesta subsecção, complementada pela realizada na subsecção anterior, permite avaliar as decisões de investimento tomadas pela Faculdade de Economia e os impactos na *performance* geral do seu parque informático, respondendo assim, à pergunta 3 da investigação.

#### **4.5 Estimativa de investimento no parque informático da Faculdade para o ano de 2022**

Esta secção cumpre um dos objetivos da dissertação e tem como finalidade apresentar uma metodologia que poderá, eventualmente, ser utilizada pela Faculdade de Economia da Universidade do Algarve (ou por outra empresa, instituição ou organização) para elaboração de uma estimativa de investimento, no curto prazo, para o seu parque informático.

Para se efetuar uma estimativa de investimento é necessário, em primeiro lugar, verificar o estado atual dos equipamentos existentes e tomar a decisão de quais serão os equipamentos que necessitam ser substituídos, de acordo com os objetivos de melhoria de *performance* pretendidos. Em seguida procede-se à análise do mercado, estima-se o orçamento e toma-se a decisão final de investimento.

#### 4.5.1 Estado atual dos equipamentos informáticos da Faculdade

Em 2020, o IP do parque informático da Faculdade atingiu 57,89% de desvio relativamente ao mercado internacional (tabela 4.3), sendo este um dos melhores resultados do período em estudo. Todavia, a evolução do mercado internacional é contínua e a concorrência que a AMD trouxe, em 2017, está a levar à aceleração da evolução tecnológica, não só por parte desta (Cutress, 2022), mas também da sua concorrente Intel (Smith, 2022), através do lançamento e anúncio de novos produtos com ganhos de *performance* significativos.

A estimativa de investimento que se pretende fazer no parque da Faculdade é para o ano de 2022 relativamente ao ano de 2021. Este parque manteve-se inalterado de 2020 para 2021.

**Tabela 4.6 Comparação do CPU Mark dos equipamentos do parque informático da Faculdade com a média dos CPU Mark do mercado internacional no ano de 2021**

Processador	CPU Mark	N.º Equipamentos	Desvio
i7-4770	7030	14	255,32%
i7-5820k	9836	3	153,95%
i7-7700	8624	20	189,65%
i7-6700	8054	8	210,14%
Ryzen 7 1700x	15547	1	60,67%
Ryzen 7 1700	14695	40	69,98%
Ryzen 5 1600	12346	1	102,32%
Ryzen 7 2700	15696	42	59,14%
Ryzen 7 2700X	17596	1	41,96%
Ryzen 7 3700x	22775	30	9,68%
Ryzen 9 3900x	32805	2	-23,86%

A tabela 4.6 mostra a composição atual do parque informático da Faculdade, seus CPU Mark e o desvio relativamente à média dos CPU Mark do mercado internacional. A informação organiza-se por grupos de equipamentos, classificados por processador.

**Tabela 4.7 Número de equipamentos do parque informático da Faculdade por percentagem de desvio**

% desvio	N.º Equipamentos
até 57,89%	33
de 57,89% até 75%	83
de 75% até 100%	0
de 100% até 150%	1
150% ou superior	45

Na tabela 4.7 pode observar-se o agrupamento, por percentagens de desvio de CPU Mark, dos equipamentos do parque informático da Faculdade em relação aos valores dos CPU Mark do mercado internacional para o ano de 2021.

Analisando a tabela 4.7, verifica-se que existe uma separação entre os equipamentos que têm um desvio até 75% em relação ao mercado internacional e os que têm um desvio superior ou igual a 100%, sendo razoável concluir que os 46 equipamentos com desvio superior a 100% serão os que têm prioridade na substituição, para propiciar uma melhoria na *performance* geral do parque informático da Faculdade.

#### 4.5.2 Análise dos processadores

Depois de estipular o montante de equipamentos a adquirir, o próximo passo consiste em escolher como investir, com o intuito de melhorar a *performance* do parque informático da Faculdade e aproximar os valores dos CPU Mark deste com os do mercado internacional, numa ótica de investimento sustentado.

Neste ponto, é necessário analisar o mercado de componentes informáticos. Para tal, consultam-se os preços da geração atual de processadores (12.<sup>a</sup> no caso da Intel, 5.<sup>a</sup> no caso da AMD) e o respetivo valor do CPU Mark.

**Tabela 4.8 Preço dos processadores, Intel e AMD, baseados nos preços unitários disponíveis na empresa Globaldata (n.d.) a 11 de agosto de 2022**

Processadores	Preço (em Euros)	CPU Mark
I7 12700K	398,29 €	34869
I7 12700	338,94 €	31677
I5 12600K	282,03 €	28058
I5 12600	226,75 €	20817
I5 12400	186,91 €	19546
Ryzen 7 5800X	268,21 €	28678
Ryzen 7 5700X	230,00 €	26918
Ryzen 7 5700G	243,82 €	24557
Ryzen 5 5600X	178,78 €	22189
Ryzen 5 5600G	154,39 €	19826
Ryzen 5 5600	186,91 €	21595

De entre as várias opções de processadores existentes no mercado de componentes informáticos, que se adequam à estratégia de aquisição a que a Faculdade tem dado

primazia nos últimos investimentos realizados, está visível na tabela 4.8 a informação do valor em euros e do seu CPU Mark.

A tabela 4.9 apresenta uma estimativa de investimento feita para os 46 processadores, que como analisado anteriormente, teriam prioridade na substituição. A tabela 4.9 contém também a informação dos potenciais valores dos CPU Mark para o parque informático da Faculdade, para cada um dos processadores em análise.

Como anteriormente referido, em 2020 e 2021, o Indicador de *Performance* da Faculdade era de 14853,22 (tabela 4.3) e a média dos CPU Mark do mercado internacional em 2021 era de 24979 (tabela 4.18).

**Tabela 4.9 Total de investimento e ganhos potenciais de *performance* no parque informático da Faculdade na aquisição de 46 processadores**

<b>Processadores</b>	<b>Preço total (em Euros)</b>	<b>CPU Mark potencial</b>
<b>I7 12700K</b>	18 321,34 €	22426
<b>I7 12700</b>	15 591,28 €	21520
<b>I5 12600K</b>	12 973,38 €	20492
<b>I5 12600</b>	10 430,50 €	18436
<b>I5 12400</b>	8 597,86 €	18075
<b>Ryzen 7 5800X</b>	12 337,66 €	20668
<b>Ryzen 7 5700X</b>	10 580,00 €	20168
<b>Ryzen 7 5700G</b>	11 215,72 €	19498
<b>Ryzen 5 5600X</b>	8 223,88 €	18825
<b>Ryzen 5 5600G</b>	7 101,94 €	18155
<b>Ryzen 5 5600</b>	8 597,86 €	18657

A tabela 4.9 mostra o investimento necessário para cada uma das opções de processadores, bem como as potenciais médias dos CPU Mark que o parque informático da Faculdade passaria a registar.

A tabela 4.9 permite constatar que ganhos pouco significativos nas potenciais médias dos CPU Mark obrigam a um esforço financeiro desigual, como é exemplo a comparação entre o I7 12700K com o I7 12700 ou o Ryzen 7 5800X com o Ryzen 7 5700X.

Contudo, a Faculdade tem optado desde 2014, por I7 e R7, sendo esta uma opção que também tem em conta as especificações tecnológicas desses processadores e a capacidade de serem mais competitivos aquando do seu processo de obsolescência.

De notar que o preço total da tabela 4.9 é apenas relativo à potencial aquisição dos 46 processadores, pelo que o investimento tem de ter em conta todos os outros componentes do equipamento informático.

#### 4.5.3 Processo de estimativa e escolha do orçamento

A escolha dos componentes é o próximo passo na preparação de um equipamento informático e para tal, consulta-se novamente a empresa Globaldata (n.d.).

Existe uma vasta oferta de componentes no mercado, pelo que há que ter em consideração o uso que o equipamento vai ter, para se tomar as opções mais adequadas.

Para se estimar um orçamento para a Faculdade, tem de se preparar dois sistemas, Intel<sup>15</sup> e AMD<sup>16</sup>, pois estes têm a *motherboard* diferente, para além do processador em si. A memória RAM, SSD, fonte de alimentação e caixa são componentes em comum<sup>17</sup>. Adicionalmente, quando necessário, adquire-se uma placa gráfica e/ou CPU *cooler*<sup>18</sup>, que também é um componente transversal entre sistemas.

**Tabela 4.10 Composição e preço final do equipamento informático**

Processador	Placa gráfica	CPU cooler	Sistema	Preço unitário	Orçamento estimado	
<b>I7 12700K</b>	398,29 €	-	44,90 €	237,48 €	680,67 €	31 310,81 €
<b>I7 12700</b>	338,94 €	-	44,90 €	237,48 €	621,32 €	28 580,71 €
<b>I5 12600K</b>	282,03 €	-	44,90 €	237,48 €	564,41 €	25 962,85 €
<b>I5 12600</b>	226,75 €	-	-	237,48 €	464,23 €	21 354,57 €
<b>I5 12400</b>	186,91 €	-	-	237,48 €	424,39 €	19 521,93 €
<b>Ryzen 7 5800X</b>	268,21 €	37,32 €	44,90 €	231,79 €	582,22 €	26 781,92 €
<b>Ryzen 7 5700X</b>	230,00 €	37,32 €	44,90 €	231,79 €	544,01 €	25 024,26 €
<b>Ryzen 7 5700G</b>	243,82 €	-	-	231,79 €	475,61 €	21 878,00 €
<b>Ryzen 5 5600X</b>	178,78 €	37,32 €	-	231,79 €	447,89 €	20 602,74 €
<b>Ryzen 5 5600G</b>	154,39 €	-	-	231,79 €	386,18 €	17 764,22 €
<b>Ryzen 5 5600</b>	186,91 €	37,32 €	-	231,79 €	456,02 €	20 976,72 €

Na tabela 4.10, consta a composição final dos vários equipamentos informáticos com o processador, o sistema Intel ou AMD e a adição da placa gráfica e/ou CPU *cooler*,

<sup>15</sup> *Motherboard* do sistema Intel - MSI PRO H610M-B DDR4

<sup>16</sup> *Motherboard* do sistema AMD - ASRock B550M-HDV

<sup>17</sup> Componentes em comum - Disco SSD Kioxia Exceria 500GB M.2 NVMe, Caixa Micro-ATX Kolink Citadel, Kingston Kit 16GB (2 x 8GB) DDR4 3200MHz FURY Beast, Fonte Kolink Core 700W 80+

<sup>18</sup> Placa gráfica - ZOTAC GeForce® GT 710 e CPU cooler - Arctic Freezer 34

quando necessário. Também estão apresentados o preço unitário e o orçamento estimado para a aquisição dos 46 equipamentos informáticos.

**Tabela 4.11 Relação entre o valor do orçamento e o ganho de *performance***

<b>Processadores</b>	<b>Orçamento estimado (Euros)</b>	<b>Variação (orçamento estimado)</b>	<b>CPU Mark potencial</b>	<b>Variação (CPU Mark)</b>
<b>I7 12700K</b>	31 310,81 €	-	22426	-
<b>I7 12700</b>	28 580,71 €	-8,72%	21520	-4,04%
<b>I5 12600K</b>	25 962,85 €	-17,08%	20492	-8,62%
<b>I5 12600</b>	21 354,57 €	-31,80%	18436	-17,79%
<b>I5 12400</b>	19 521,93 €	-37,65%	18075	-19,40%
<b>Ryzen 7 5800X</b>	26 781,92 €	-14,46%	20668	-7,84%
<b>Ryzen 7 5700X</b>	25 024,26 €	-20,08%	20168	-10,07%
<b>Ryzen 7 5700G</b>	21 878,00 €	-30,13%	19498	-13,06%
<b>Ryzen 5 5600X</b>	20 602,74 €	-34,20%	18825	-16,06%
<b>Ryzen 5 5600G</b>	17 764,22 €	-43,27%	18155	-19,04%
<b>Ryzen 5 5600</b>	20 976,72 €	-33,01%	18657	-16,81%

A tabela 4.11 apresenta a relação entre o orçamento estimado e as médias potenciais dos CPU Mark para a aquisição e substituição de 46 equipamentos no parque informático da Faculdade. Como indicador de referência, considera-se o equipamento com o processador I7 12700K, pois este é o que apresenta um orçamento estimado superior e as médias potenciais dos CPU Mark mais elevada, sendo as colunas de variação, uma comparação com estes indicadores.

Ao observar a tabela 4.11, é visível que o equipamento com o processador I7 12700K é o que apresenta mais ganhos potenciais de *performance*, mas com um custo acima de qualquer outra opção. O equipamento com o processador que mais se aproxima é o I7 12700, o qual tem uma *performance* e um investimento inferior de 4,04% e 8,72% respetivamente, ao equipamento com o processador de referência. O segundo é o Ryzen 7 5800X que apresenta uma *performance* e um investimento inferior ao equipamento de referência de 7,84% e 14,46%, respetivamente.

No que concerne à decisão de investimento, tendo em conta os últimos investimentos que a Faculdade efetuou e as opções tecnológicas que recaíram nos I7/R7, o equipamento informático que apresenta o melhor equilíbrio entre preço e *performance* é o que tem o processador Ryzen 7 5700G. No caso de aquisição deste equipamento haveria uma evolução dos valores médios dos CPU Mark do parque informático da Faculdade de 14853,22 para 19498, o que levaria a uma aproximação das médias dos

CPU Mark do mercado internacional, com um custo 30,13% inferior ao do orçamento do equipamento de referência, bem como apenas 13,06% de perda de *performance* em relação ao mesmo.

Este potencial investimento, reduziria a dispersão dos valores dos CPU Mark do parque informático da Faculdade para 23,52%, o que representaria uma diminuição significativa em relação a 2020. Esta opção de investimento propiciaria um maior equilíbrio na *performance* dos equipamentos informáticos disponíveis para toda a comunidade académica da Faculdade.

Em conclusão, existem muitas opções de equipamentos informáticos e estes devem ser escolhidos perante a capacidade de investimento da empresa, organização ou instituição. Contudo, num parque informático da dimensão do da Faculdade de Economia, deve ser tido em consideração que os equipamentos adquiridos hoje, terão de ser substituídos de modo cíclico. Como tal, todos os investimentos devem ser ponderados de forma sustentada e não somente, pela opção com mais *performance*, independentemente do seu custo.

Considera-se assim, que se deu resposta à pergunta quatro da investigação e em simultâneo se apresentou uma proposta de metodologia para estimativa de investimento como mencionado no início desta secção.

#### **4.6 Modelo de previsão ARIMA**

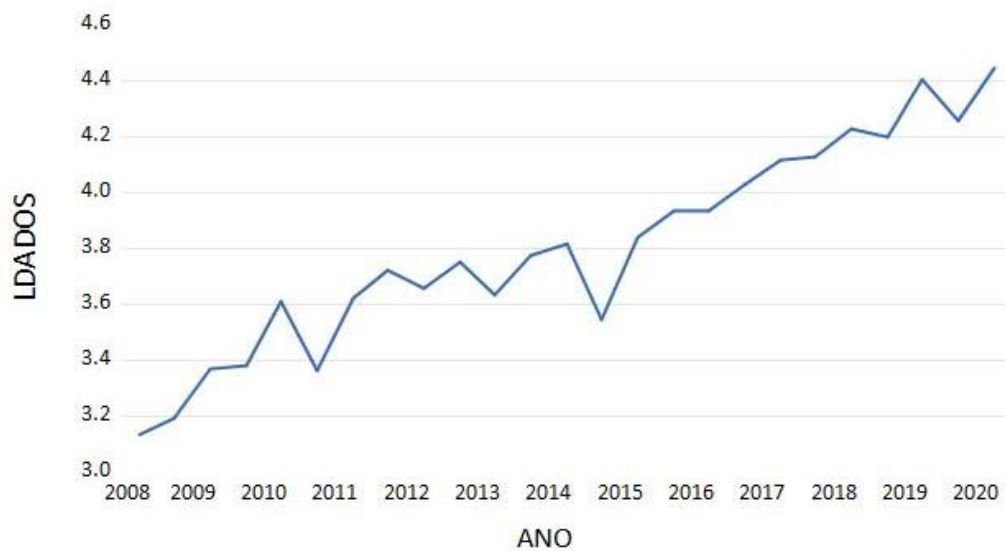
Para um gestor, a informação é uma das ferramentas mais importantes no que toca à tomada de decisão. Saber onde, quando e quais os investimentos futuros é um procedimento estratégico vital para a gestão de uma empresa, instituição ou organização.

Neste estudo, aplica-se o modelo ARIMA para fazer uma previsão, para os anos de 2021 a 2024, das médias dos CPU Mark do mercado internacional e, assim, ter uma base consistente para preparar as decisões de investimento para a Faculdade para esses anos.

Os dados foram logaritmizados usando o logaritmo de base 10 de forma a tornar a variância mais homogénea pois, segundo Lütkepohl e Xu (2009), o uso de logaritmos pode resultar em ganhos significativos, no que concerne à precisão da previsão.

Pela observação do gráfico 4.19, pode-se concluir que os dados demonstram uma determinada tendência e, como tal, analisa-se a estacionariedade, o correlograma e a aleatoriedade, de forma a determinar um modelo aplicável à série de dados (Atanu *et al.*, 2020).

**Gráfico 4.19 Gráfico dos dados sem diferenciação**



#### **4.6.1 Teste de estacionariedade**

O modelo ARIMA apenas pode ser aplicado a séries temporais não estacionárias e, somente, quando os dados são estacionários. Assim sendo, antes de fazer a análise da série temporal, deve verificar-se a estacionariedade dos dados. (Atanu *et al.*, 2020).

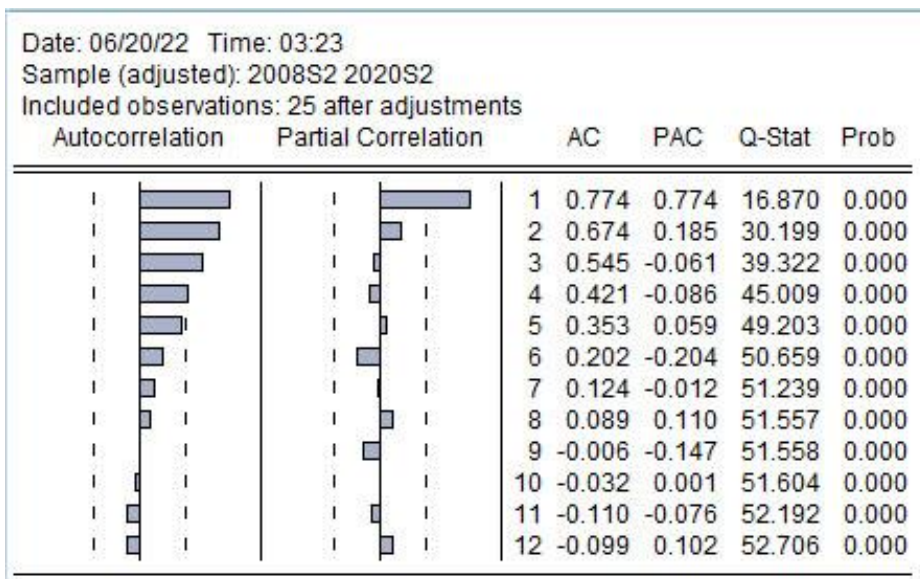
Para tal, aplica-se aos dados um teste de estacionariedade utilizando o *Augmented Dickey Fuller* (ADF), cujos resultados obtidos são analisados de seguida.

**Tabela 4.12 Teste ADF dos dados sem diferenciação**

Null Hypothesis: LDADOS has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-0.439906	0.8855
Test critical values:	1% level		-3.769597	
	5% level		-3.004861	
	10% level		-2.642242	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(LDADOS)				
Method: Least Squares				
Date: 06/20/22 Time: 03:22				
Sample (adjusted): 2010S1 2020S2				
Included observations: 22 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LDADOS(-1)	-0.037937	0.086239	-0.439906	0.6652
D(LDADOS(-1))	-0.828584	0.212955	-3.890887	0.0011
D(LDADOS(-2))	-0.392982	0.219316	-1.791858	0.0900
C	0.257183	0.329246	0.781128	0.4449
R-squared	0.483054	Mean dependent var		0.049095
Adjusted R-squared	0.396896	S.D. dependent var		0.151893
S.E. of regression	0.117960	Akaike info criterion		-1.273976
Sum squared resid	0.250462	Schwarz criterion		-1.075604
Log likelihood	18.01373	Hannan-Quinn criter.		-1.227246
F-statistic	5.606630	Durbin-Watson stat		2.025436
Prob(F-statistic)	0.006788			

A tabela 4.12 apresenta os dados sem diferenciação a mostrarem o seu comportamento não estacionário confirmado pelo resultado do teste ADF de 0,8855, sendo que neste teste os dados apresentam um comportamento estacionário quando este tende para zero. No gráfico 4.19, verifica-se que os mesmos demonstram uma tendência crescente positiva.

**Gráfico 4.20 Correlograma dos dados sem diferenciação**



O correlograma (gráfico 4.20) indica que os dados apresentam uma significativa autocorrelação que está fora da margem de erro, expondo, assim, as suas propriedades não estacionárias.

Tendo em conta que a série tem um comportamento não estacionário, aplica-se os graus de diferenciação e volta-se a repetir o teste ADF.

**Tabela 4.13 Teste ADF com dois graus de diferenciação**

Null Hypothesis: D(LDADOS,2) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.397331	0.0003
Test critical values:		
1% level	-3.808546	
5% level	-3.020686	
10% level	-2.650413	

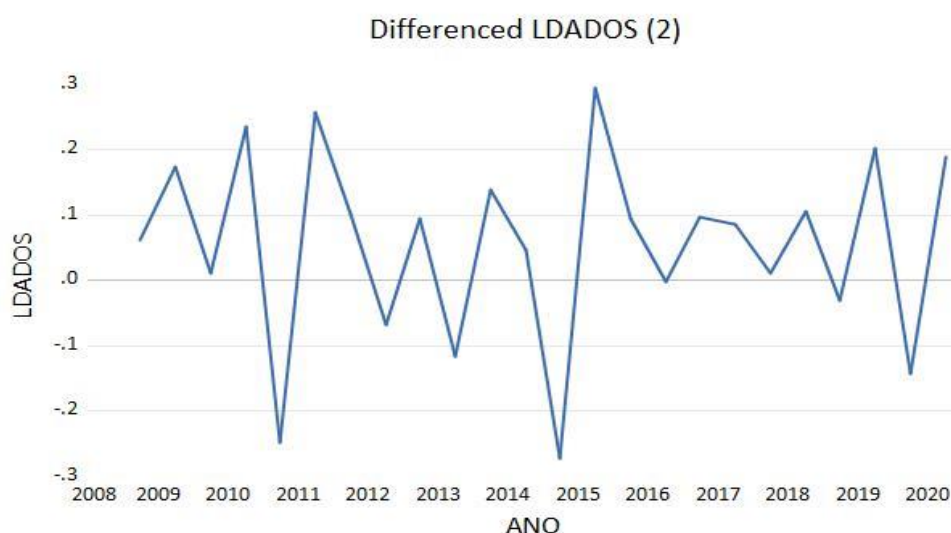
\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LDADOS,3)  
 Method: Least Squares  
 Date: 06/20/22 Time: 03:07  
 Sample (adjusted): 2011S1 2020S2  
 Included observations: 20 after adjustments

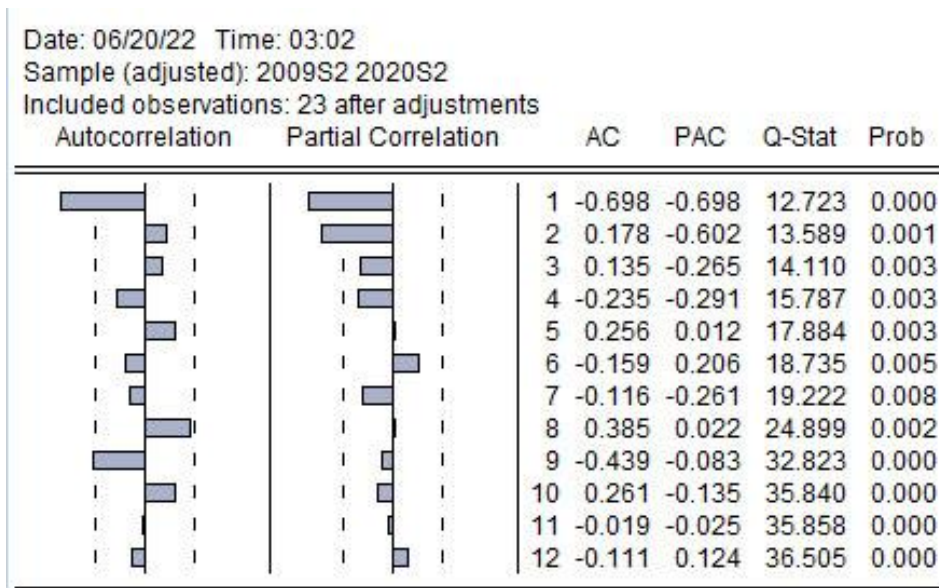
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LDADOS(-1),2)	-3.948960	0.731651	-5.397331	0.0001
D(LDADOS(-1),3)	1.512416	0.536946	2.816701	0.0124
D(LDADOS(-2),3)	0.394586	0.237036	1.664665	0.1154
C	-0.013580	0.033261	-0.408286	0.6885

R-squared	0.929491	Mean dependent var	0.005425
Adjusted R-squared	0.916271	S.D. dependent var	0.512948
S.E. of regression	0.148427	Akaike info criterion	-0.800593
Sum squared resid	0.352488	Schwarz criterion	-0.601447
Log likelihood	12.00593	Hannan-Quinn criter.	-0.761718
F-statistic	70.30726	Durbin-Watson stat	1.933871
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Gráfico 4.21 Gráfico dos dados com dois graus de diferenciação**



**Gráfico 4.22 Correlograma dos dados com dois graus de diferenciação**



Na tabela 4.13, são exibidos os resultados do teste ADF com dois graus de diferenciação. O resultado de 0,0003 mostra, assim, um comportamento estacionário, o qual é, igualmente, confirmado pela observação do gráfico 4.21.

Adicionalmente, analisando o gráfico 4.22, pode-se concluir que a série de dados está estacionária, com todos os 12 lags a serem estatisticamente significantes.

#### 4.6.2 Estimativa do modelo

O modelo ARIMA escolhido foi baseado nos valores AIC, HQ e BIC, como demonstrado na tabela 4.14.

Na mesma tabela temos presente os critérios para aplicação do modelo ARIMA com dois graus de diferenciação D(LDADOS,2), onde na primeira coluna, e.g. (0,3), se apresentam os critérios (AR, MA). Assim o modelo exemplificado deve ler-se ARIMA (AR, diferenciação, MA) ou seja ARIMA (0,2,3).

**Tabela 4.14 Critérios para aplicação do modelo ARIMA**

Model Selection Criteria Table				
Dependent Variable: D(LDADOS,2)				
Date: 06/20/22 Time: 02:59				
Sample: 2008S2 2024S2				
Included observations: 23				
Model	LogL	AIC*	BIC	HQ
(0,3)(0,0)	16.285026	-0.981307	-0.734460	-0.919225
(2,1)(0,0)	15.937535	-0.951090	-0.704243	-0.889009
(0,2)(0,0)	14.717502	-0.931957	-0.734479	-0.882292
(4,0)(0,0)	16.499161	-0.912970	-0.616755	-0.838473
(1,2)(0,0)	15.479074	-0.911224	-0.664377	-0.849143
(1,1)(0,0)	14.465702	-0.910061	-0.712584	-0.860396
(0,4)(0,0)	16.385875	-0.903120	-0.606904	-0.828622
(1,3)(0,0)	16.357507	-0.900653	-0.604437	-0.826155
(2,2)(0,0)	15.956715	-0.865801	-0.569585	-0.791304
(3,1)(0,0)	15.948904	-0.865122	-0.568906	-0.790625
(3,3)(0,0)	17.551835	-0.830594	-0.435640	-0.731264
(4,1)(0,0)	16.541544	-0.829699	-0.484114	-0.742786
(1,4)(0,0)	16.518982	-0.827738	-0.482152	-0.740824
(4,2)(0,0)	17.041884	-0.786251	-0.391296	-0.686921
(2,3)(0,0)	16.024849	-0.784770	-0.439184	-0.697856
(3,2)(0,0)	16.006934	-0.783212	-0.437626	-0.696298
(4,3)(0,0)	17.935059	-0.776962	-0.332638	-0.665215
(3,0)(0,0)	13.761740	-0.761890	-0.515044	-0.699809
(2,4)(0,0)	16.552569	-0.743702	-0.348747	-0.644372
(3,4)(0,0)	17.530603	-0.741792	-0.297468	-0.630045
(2,0)(0,0)	12.136942	-0.707560	-0.510083	-0.657895
(4,4)(0,0)	18.045893	-0.699643	-0.205950	-0.575480
(0,1)(0,0)	9.825335	-0.593507	-0.445399	-0.556259
(1,0)(0,0)	6.480997	-0.302695	-0.154587	-0.265447
(0,0)(0,0)	-1.782986	0.328955	0.427694	0.353788

Pelos resultados obtidos na tabela 4.14, o melhor modelo é o ARIMA (0,2,3), pois tem o valor mínimo de AIC e de HQ e o segundo valor mais baixo a nível do BIC.

Os coeficientes dos modelos apresentados na tabela são todos estatisticamente significantes, com 5% de significância.

Após a escolha do modelo, estima-se o mesmo, neste caso, o ARIMA (0,2,3), cujo resultado está presente na tabela 4.15.

**Tabela 4.15 Resultados da estimativa do modelo ARIMA (0,2,3)**

Dependent Variable: D(LDADOS,2)  
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)  
Date: 06/19/22 Time: 21:00  
Sample: 2009S2 2020S2  
Included observations: 23  
Convergence achieved after 24 iterations  
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000981	0.003484	-0.281674	0.7814
MA(1)	-1.851295	431.4291	-0.004291	0.9966
MA(2)	1.337460	491.6036	0.002721	0.9979
MA(3)	-0.486163	272.9336	-0.001781	0.9986
SIGMASQ	0.011412	2.533035	0.004505	0.9965
R-squared	0.833079	Mean dependent var		0.005500
Adjusted R-squared	0.795986	S.D. dependent var		0.267351
S.E. of regression	0.120757	Akaike info criterion		-0.981307
Sum squared resid	0.262481	Schwarz criterion		-0.734460
Log likelihood	16.28503	Hannan-Quinn criter.		-0.919225
F-statistic	22.45893	Durbin-Watson stat		1.985878
Prob(F-statistic)	0.000001			
Inverted MA Roots	1.00	.43-.55i	.43+.55i	

Após o modelo estimado, executam-se testes de diagnóstico para verificar a aceitabilidade e a significância estatística do modelo, ou seja, se os seus resíduos não estão correlacionados (Atanu *et al.*, 2020).

O *Q Statistic of Ljung-Box* será usado para testar a autocorrelação dos resíduos para o modelo ARIMA (0,2,3) e o teste *Inverse roots of ARMA polynomial(s)* para determinar se o modelo é consistente.

**Gráfico 4.23 Ljung-Box Q test of the residual para o modelo ARIMA (0,2,3)**

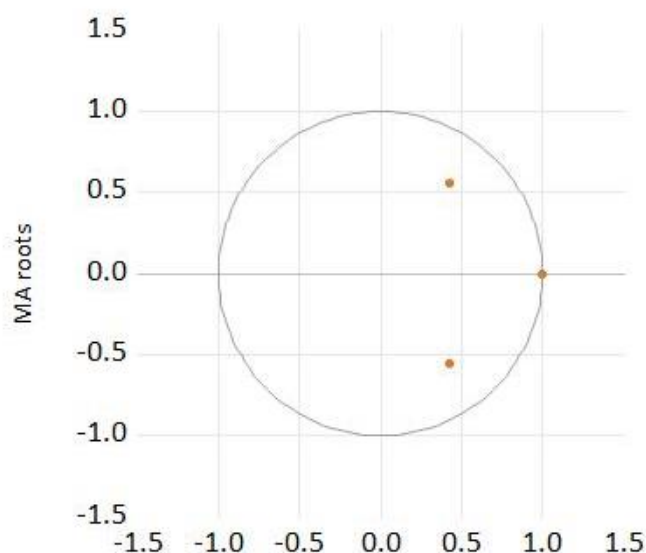
Date: 06/20/22 Time: 02:58  
 Sample (adjusted): 2009S2 2020S2  
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.017	-0.017	0.0071	
		2 -0.080	-0.080	0.1805	
		3 0.061	0.059	0.2888	
		4 -0.019	-0.024	0.3001	0.584
		5 0.061	0.071	0.4181	0.811
		6 -0.187	-0.196	1.6007	0.659
		7 -0.032	-0.021	1.6371	0.802
		8 0.245	0.215	3.9382	0.558
		9 -0.220	-0.216	5.9184	0.432
		10 -0.063	-0.038	6.0928	0.529
		11 -0.146	-0.200	7.1117	0.525
		12 -0.118	-0.134	7.8352	0.551

O gráfico 4.23 indica um teste *Q statistic of Ljung-Box* com 16 lag, apresenta uma probabilidade associada com valores superiores a 0,05, ajudando, deste modo, a concluir que a hipótese nula não pode ser rejeitada. Assim sendo, não existe autocorrelação entre os resíduos (Atanu *et al.*, 2020).

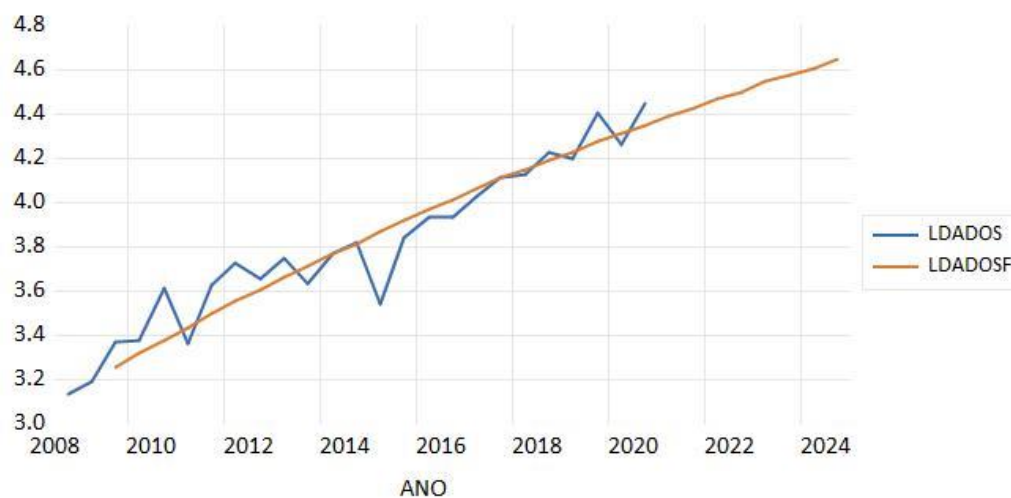
**Gráfico 4.24 Teste *inverse roots of ARMA polynomial(s)* para o modelo ARIMA (0,2,3)**

D(LDADOS,2): Inverse Roots of AR/MA Polynomial(s)



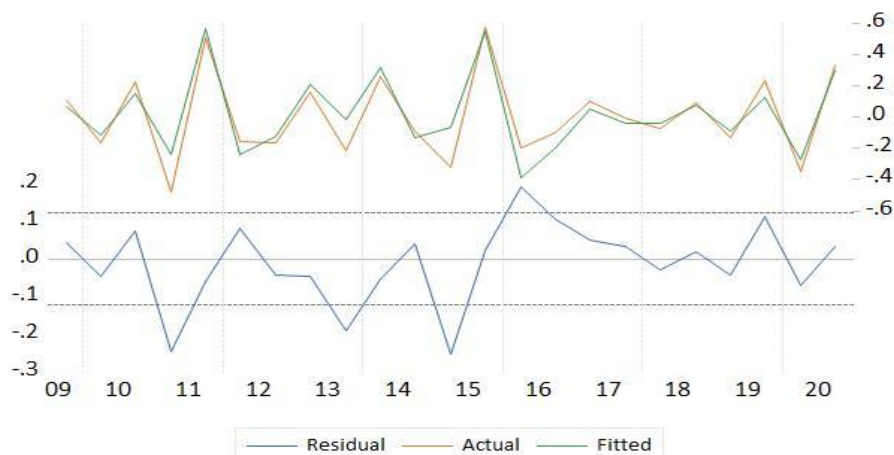
O gráfico 4.24 mostra que o modelo é consistente, pois as raízes do MA estão na parte interna do círculo unitário (Çelik, 2021).

**Gráfico 4.25 Ajustamento do modelo ARIMA (0,2,3)**



Por fim, no gráfico 4.25, visualiza-se o ajustamento entre os valores da previsão (ldadosf) e os dados reais (ldados). Este ajustamento pode considerar-se razoavelmente bom, já que os valores da previsão e os dados reais estão muito próximos. Esta observação está confirmada no gráfico 4.26.

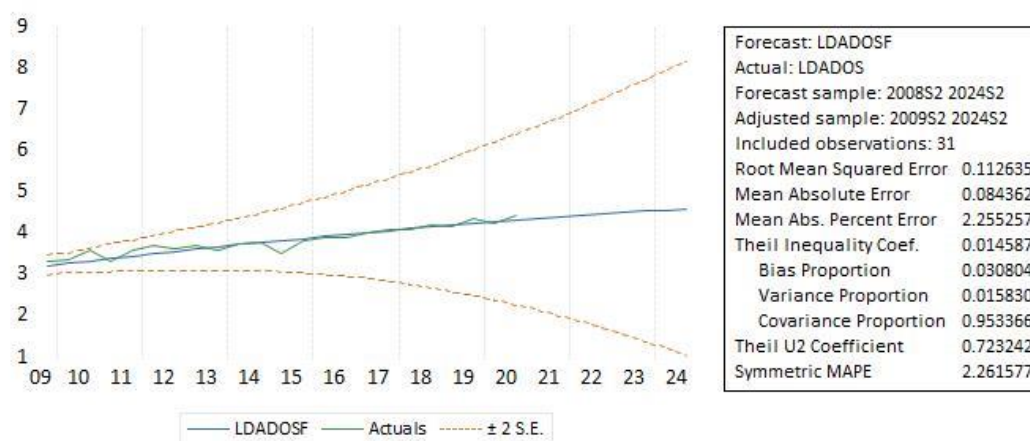
**Gráfico 4.26 Actual, Fitted e Residual para o modelo ARIMA (0,2,3)**



#### 4.6.3 Realização da previsão

Para fazer a previsão foi usado o modelo ARIMA (0,2,3), para o período compreendido entre o primeiro semestre de 2021 e o segundo semestre de 2024, comparando-o de seguida com os dados reais do ano de 2021.

**Gráfico 4.27 Previsão para o modelo ARIMA (0,2,3)**

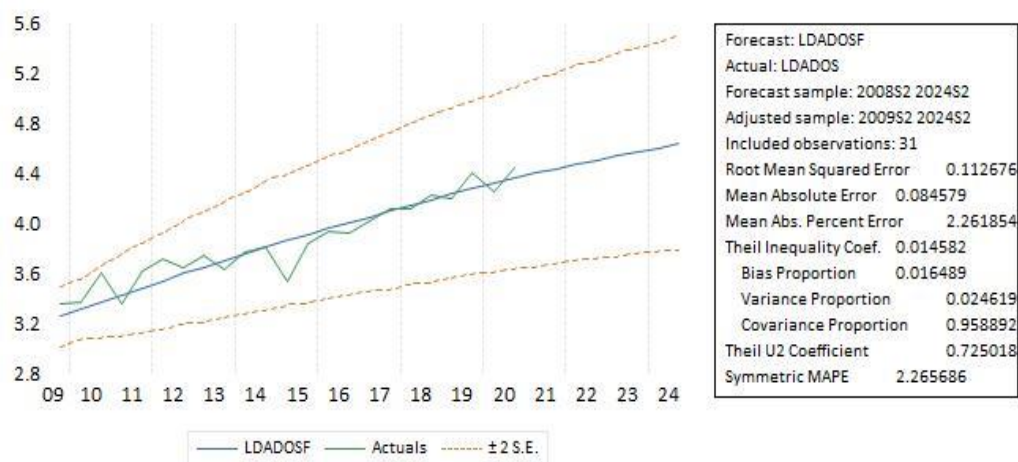


Após o modelo de previsão<sup>19</sup> gerado, verifica-se no gráfico 4.27 que o TIC é de 0,014587. Este valor indica que o modelo pode ter uma muito boa capacidade de previsão (Atanu *et al.*, 2020).

Ainda no gráfico 4.27, pode-se verificar que o modelo tem um MAPE de 2,255257, um RMSE de 0,112635 e um  $R^2$  de 0,8333079 (tabela 4.9) que constituem indicadores da bondade de ajustamento do modelo.

De forma a melhorar os intervalos de confiança e considerando que a série consiste apenas numa variável independente, foi usada uma simulação estocástica<sup>20</sup> (gráfico 4.28), característica disponível no *views* (Ahmed *et al.*, 2020).

**Gráfico 4.28 Gráfico da previsão para o modelo ARIMA (0,2,3) com simulação estocástica**



<sup>19</sup> Mais informações sobre as opções para a previsão do modelo encontram-se disponíveis no apêndice 3.

<sup>20</sup> Mais informações sobre a simulação estocástica podem ser encontradas no apêndice 4.

**Tabela 4.16 Tabela com os valores da previsão para o modelo ARIMA (0,2,3)**

Ano	Semestre	Previsão ARIMA (0,2,3)
2021	1	23807
2021	2	26360
2022	1	33274
2022	2	31126
2023	1	33310
2023	2	35625
2024	1	39675
2024	2	41801

Na tabela 4.16, apresentam-se os resultados da previsão efetuada pelo modelo ARIMA (0,2,3) para os semestres entre os anos de 2021-2024.

De notar que, as faixas de confiança aumentam, quanto mais prolongada no tempo for a previsão o que cria uma maior margem de erro e uma menor certeza preditiva.

#### 4.6.4 Comparação de modelos

Na tabela 4.17, apresenta-se a comparação dos cinco modelos com os melhores critérios presentes na tabela 4.14:

**Tabela 4.17 Comparação de cinco modelos ARIMA**

Modelo ARIMA	TIC	MAPE	RMSE	R2
(0,2,3)	0.014587	2.255257	0.112635	0.833079
(2,2,1)	0.066506	12.30187	0.554014	0.830253
(0,2,2)	0.033842	5.261235	0.255219	0.776415
(4,2,0)	0.015604	2.442444	0.124569	0.824844
(1,2,2)	0.102019	19.15930	0.876100	0.823310

Como se pode observar, o modelo ARIMA (0,2,3) é o que apresenta os melhores critérios. Este modelo é o mais apropriado para aplicar na base de dados do estudo, atendendo a que é o que tem os menores valores de TIC, MAPE e RMSE, bem como o maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

Por seu turno, o modelo ARIMA (4,2,0)<sup>21</sup> apresenta critérios de avaliação muito próximos do modelo ARIMA (0,2,3) escolhido para o estudo, no entanto, este último tem uma *performance* superior nos referidos critérios e, assim sendo, apresenta uma melhor capacidade preditiva.

<sup>21</sup> Mais Informações relativas ao modelo ARIMA (4,2,0) está disponível no apêndice 5.

#### 4.6.5 Teste à previsão

Tendo disponíveis os valores previstos pelo modelo ARIMA (0,2,3), faz-se uma média dos dois semestres previstos e compara-se com os dados reais anuais de 2021, a fim de verificar a eficiência da previsão.

**Tabela 4.18 Dados reais de 2021 para análise comparativa com a previsão**

Ano	Dados reais	Previsão
2021	24979	25084

Por observação da tabela 4.18, pode-se concluir que modelo ARIMA (0,2,3) teve uma muito boa capacidade de previsão, tornando-o, assim, um modelo adequado.

Em conclusão, após ser selecionado como o melhor modelo pelos critérios de seleção e validado pelos testes posteriores realizados, o modelo ARIMA (0,2,3) revela-se como o mais apropriado para fazer previsões na base de dados em estudo.

#### 4.7 Investimento para 2023-2025

A preparação do investimento futuro é uma parte fulcral na estratégia de qualquer empresa, organização ou instituição e, quando se trata da área tecnológica, assume ainda uma maior relevância, dada a natureza da obsolescência da mesma. Sendo assim, é vital existirem mecanismos para que se possa otimizar esse mesmo processo.

Para tal, irá ser realizado um exercício de previsão, tendo por base o parque informático da Faculdade de Economia, recorrendo aos valores previstos pelo modelo ARIMA (0,2,3) para as médias dos CPU Mark do mercado internacional nos anos compreendidos entre 2021 e 2024. Os valores deste indicador, entre os anos 2021 e 2024, serão calculados como anuais através da média aritmética dos dois semestres (tabela 4.16), sendo que o valor de 23451 é o valor real desse indicador referente ao ano de 2020 (tabela 4.19).

**Tabela 4.19 Previsão de aumento das médias dos CPU Mark para o mercado internacional pelo modelo ARIMA (0,2,3)**

	Anos				
	2020	2021	2022	2023	2024
CPU Mark	23451	25084	32200	34468	40738
Aumento em relação a 2020	-	1633	8749	11017	17287
% de aumento	-	6,96%	37,31%	46,98%	73,72%

A previsão do modelo ARIMA (0,2,3) aponta para um aumento das médias dos CPU Mark do mercado internacional de 17287 até 2024, o que significa um incremento de 73,72% em relação à média dos CPU Mark de 2020, passando este indicador a ser de 40738 em 2024.

**Tabela 4.20 Processadores existentes no parque informático da Faculdade em 2021 com previsão de desvio em relação ao mercado internacional entre 2022 e 2024**

Processador	N.º Equipamentos	Desvio 2022	Desvio 2023	Desvio 2024
Ryzen 7 1700X	1	107,11%	121,70%	162,03%
Ryzen 7 1700	40	119,12%	134,55%	177,22%
Ryzen 7 2700	42	105,15%	119,59%	159,54%
Ryzen 7 2700X	1	83,00%	95,88%	131,52%
Ryzen 7 3700X	30	41,38%	51,34%	78,87%
Ryzen 9 3900X	2	-1,84%	5,07%	24,18%

Depois de retirados os 46 equipamentos informáticos que foram sinalizados para possível investimento na secção 4.5, na tabela 4.20 observa-se a evolução dos desvios dos valores do CPU Mark dos restantes processadores que compõem o parque informático da Faculdade em 2021, em relação às médias dos CPU Mark do mercado internacional previstos pelo modelo ARIMA (0,2,3), para os anos compreendidos entre 2022 e 2024.

**Tabela 4.21 Parque informático da Faculdade entre 2023 e 2025 organizado pelo desvio em relação aos CPU Mark previstos para o mercado internacional de 2022 a 2024**

	Anos		
	2023	2024	2025
<b>Organização por % de desvio</b>			
até 57,89%	32	32	2
de 57,89% até 75%	1	0	0
de 75% até 100%	0	1	30
de 100 até 150%	83	83	1
150% ou superior	0	0	83

Na tabela 4.21 observa-se o parque informático da Faculdade, organizado por percentagem de desvio e quantidades, em relação às médias dos CPU Mark do mercado internacional previstos para o período de 2022 a 2024, o que levaria assim às decisões de investimento de 2023 a 2025.

Dos remanescentes 116 equipamentos informáticos que restariam após o potencial investimento de 2022, observa-se que 83 apresentam um desvio elevado no ano de 2023 (tabela 4.21), em relação à previsão do modelo para a média dos CPU Mark do mercado

internacional de 2022 (tabela 4.19). Isto significaria um potencial investimento, que para ser sustentado, poderia ser repartido pelo ano de 2023 e 2024, substituindo primeiramente os 41 equipamentos informáticos com o processador Ryzen 7 1700 e 1700X em 2023 e 42 equipamentos informáticos com o processador Ryzen 7 2700 no ano de 2024.

De notar que dos restantes 33 equipamentos informáticos, apenas os que tem os processadores Ryzen 7 2700X ultrapassa 100% de desvio em relação à potencial média dos CPU Mark do mercado internacional no ano de 2025, mas com os que tem os processadores Ryzen 7 3700X a ficar com 78,87% de potencial desvio. Este cenário poderia indicar uma substituição destes equipamentos em 2025 ou aguardar para investir em 2026. Esta decisão compete ao gestor e depende da *performance* do parque informático nessa altura, tendo presente as consequências de um ano sem investimento (tabela 4.23).

**Tabela 4.22 Potencial desvio dos processadores para aquisição em 2022 em relação aos CPU Mark previstos para o mercado internacional entre 2022 e 2024**

Processador	Desvio 2022	Desvio 2023	Desvio 2024
I7 12700K	-7,65%	-1,15%	16,83%
I7 12700	1,65%	8,81%	28,60%
I5 12600K	14,76%	22,84%	45,19%
I5 12600	54,68%	65,57%	95,70%
I5 12400	64,74%	76,34%	108,42%
Ryzen 7 5800X	12,28%	20,19%	42,05%
Ryzen 7 5700X	19,62%	28,05%	51,34%
Ryzen 7 5700G	31,12%	40,36%	65,89%
Ryzen 5 5600X	45,12%	55,34%	83,60%
Ryzen 5 5600G	62,41%	73,85%	105,48%
Ryzen 5 5600	49,11%	59,61%	88,65%

A tabela 4.22 apresenta os desvios potenciais dos processadores que estiverem a ser ponderados para aquisição em 2022 (secção 4.5) em relação às médias dos CPU Mark potenciais previstos pelo modelo ARIMA (0,2,3), para o período de 2022 a 2024.

Se a decisão de aquisição tivesse recaído no Ryzen 7 5700G em 2024, o desvio do CPU Mark deste equipamento, relativamente à média dos CPU Mark previstos para o mercado internacional, situar-se-ia em 65,89%, o que poderia indicar uma potencial substituição para 2025 ou 2026, dependendo da decisão do gestor, da avaliação da *performance* dos equipamentos, da exatidão da previsão e da sustentabilidade do mesmo.

### 4.7.1 Cenários de Investimento para 2023-2025

Nesta subsecção serão criados cenários de investimento para os anos entre 2023 e 2025, para aquisição de equipamentos para o parque informático da Faculdade.

**Tabela 4.23 Cenários de investimento para o parque informático da Faculdade 2023-2025**

	Anos		
	2023	2024	2025
<b>Cenário 1:</b>			
<b>Número de equipamentos</b>	41	42	31
<b>Investimento</b>	19 500,00 €	19 975,61 €	14 743,90 €
<b>CPU Mark</b>	23923	28789	32259
<b>Desvio</b>	34,60%	19,72%	26,29%
<b>Cenário 2:</b>			
<b>Número de equipamentos</b>	41	42	0
<b>Investimento</b>	19 500,00 €	19 975,61 €	0 €
<b>CPU Mark</b>	23923	28789	28789
<b>Desvio</b>	34,60%	19,72%	41,50 %
<b>Cenário 3:</b>			
<b>Número de equipamentos</b>	41	42	31
<b>Investimento</b>	22 304,23 €	22 848,24 €	16 864,18 €
<b>CPU Mark</b>	24065	29825	34074
<b>Desvio</b>	33,81%	15,57%	19,56%
<b>Cenário 4:</b>			
<b>Número de equipamentos</b>	41	42	31
<b>Investimento</b>	18 363,33 €	18 811,22 €	13 884,47 €
<b>CPU Mark</b>	22435	26408	29097
<b>Desvio</b>	43,53%	30,52%	40,01%
<b>Cenário 5:</b>			
<b>Número de equipamentos</b>	0	0	0
<b>Investimento</b>	0,00 €	0,00 €	0,00 €
<b>CPU Mark</b>	19498	19498	19498
<b>Desvio</b>	65,15%	76,77%	108,93%

Na tabela 4.23 observam-se cinco cenários de investimento, nos quais se usam valores baseados nos preços unitários da possível aquisição de equipamentos informáticos para o ano de 2022 (tabela 4.10). Observa-se ainda, o número de equipamentos a substituir, a potencial média dos CPU Mark do parque informático da Faculdade e o potencial desvio em relação à média prevista dos CPU Mark para o mercado internacional pelo modelo ARIMA (0,2,3).

Os cenários de investimento têm as seguintes configurações:

**Cenário 1:** Aquisição de equipamentos com o valor do CPU Mark igual à média do mercado internacional e valor unitário de 475,61 euros. O valor unitário escolhido é o preço do Ryzen 7 5700G, que em 2022 apresenta um valor de CPU Mark semelhante à média dos CPU Mark do mercado internacional;

**Cenário 2:** O mesmo que o primeiro cenário, mas sem investimento em 2025, como possibilidade mencionada na secção anterior;

**Cenário 3:** Aquisição de equipamentos com o valor do CPU Mark 10% superior à média do mercado internacional e valor unitário de 544,01 euros. O valor unitário escolhido é o preço do Ryzen 7 5700X, que em 2022 apresenta um valor do CPU Mark com cerca de 10% superior à média dos CPU Mark do mercado internacional;

**Cenário 4:** Aquisição de equipamentos com o valor do CPU Mark 10% inferior à média do mercado internacional e valor unitário de 447,89 euros. O valor escolhido é o do Ryzen 7 5600X, que em 2022 apresenta um valor do CPU Mark com cerca de 10% inferior à média dos CPU Mark do mercado internacional;

**Cenário 5:** Sem investimento entre 2023 e 2025.

Como observado na tabela 4.4, os valores no mercado dos processadores não seguem uma tendência clara, pelo que se optou por manter fixos os valores acima escolhidos, para a realização dos cinco cenários de investimento descritos.

Ao analisar o primeiro cenário, constata-se que este é o mais equilibrado, com um desvio moderado, em relação à potencial média dos CPU Mark do mercado internacional, e com nenhum dos investimentos a requerer mais de 20.000 euros.

O segundo cenário mostra o quanto poderia ser afetada a *performance* do parque informático da Faculdade ao optar-se por não investir no ano de 2025. Um só ano sem investimento implicaria mais que a duplicação do desvio em relação à potencial média dos CPU Mark do mercado internacional, em relação ao ano anterior.

No terceiro cenário, é observável que a diminuição da potencial média dos CPU Mark do parque informático da Faculdade, em relação ao desvio da potencial média dos CPU Mark do mercado internacional quando comparados com o primeiro cenário, não é significativo tendo em conta o potencial esforço financeiro necessário para tal.

No quarto cenário, nota-se que a penalização em relação ao desvio da potencial média dos CPU Mark do mercado internacional, relativamente ao primeiro cenário, é demasiado significativa em relação ao valor financeiro que potencialmente se pouparia.

Por fim, o quinto cenário mostra um crescimento do desvio dos CPU Mark do parque informático da Faculdade em relação ao à potencial média dos CPU Mark do mercado internacional. Constatase que num cenário sem qualquer investimento, num período de três anos, haveria uma perda significativa de competitividade.

Em conclusão, o modelo ARIMA pode ser um instrumento eficaz no apoio à decisão, dado que permite ao gestor simular cenários financeiros e de *performance* dos equipamentos existentes, assim como dos equipamentos a adquirir.

Com esta informação, a gestão de um parque informático, com a dimensão semelhante ou superior ao da Faculdade, passa a estar mais facilitada, baseada na *performance* dos equipamentos e não no *feedback* negativo de utilizadores ou do número de equipamentos a necessitarem de intervenção de forma persistente.

Na vertente financeira é uma mais-valia para a empresa, instituição ou organização, já que ao conhecer as necessidades de investimento a médio prazo, o gestor pode optar por um cenário financeiro que se enquadre na estratégia geral para esse período.

Utilizando o modelo de previsão ARIMA para estimar a evolução da *performance* dos processadores do mercado internacional apresenta-se uma projeção de um potencial investimento para o parque informático da Faculdade de Economia, para o período de 2023 a 2025, contemplado nos cinco cenários de investimento constantes da tabela 4.23, respondendo, assim, à quinta e última pergunta da investigação.

## Capítulo 5. CONCLUSÕES

A investigação que se acabou de realizar permite retirar algumas conclusões que a seguir se sintetizam.

A revisão da literatura mostrou a relevância das decisões de investimento em geral e nas tecnologias de informação em particular, quer para as organizações quer para as universidades.

O estudo focou-se na análise dos investimentos realizados pela Faculdade de Economia na aquisição de computadores *desktop* e no estudo da *performance* dos seus processadores no período de 2005 a 2020.

No que respeita à evolução da *performance* do parque informático da Faculdade, pode dizer-se que se registou uma evolução significativa, devido aos investimentos constantes realizados, apesar de estes não terem sido sempre da mesma dimensão. Fruto de uma mudança estratégica ocorrida no ano de 2014, a Faculdade optou por investir em processadores de maior *performance*, tendo resultado uma evolução mais acentuada. O investimento inicial foi maior, mas resultou numa aproximação ao mercado internacional, nos anos seguintes. A variabilidade dos valores dos CPU Mark dos processadores tem vindo a diminuir, o que indicia uma maior homogeneidade entre os processadores existentes no parque informático da Faculdade.

Comparando a evolução da *performance* dos processadores da Faculdade com a evolução da *performance* dos processadores do mercado internacional nota-se que tem havido períodos tanto de aproximação como de afastamento, facto diretamente relacionado com o montante investido e o menor ou maior ritmo de evolução tecnológica registados no mercado internacional. Contudo, a partir da mudança estratégica de 2014 e, mesmo com a subida expressiva, a partir de 2017, da *performance* dos processadores no mercado internacional, o parque informático da Faculdade conseguiu continuar a aproximar-se deste, em virtude do investimento significativo em processadores de elevada *performance*, entre 2018 e 2020.

Em relação às estratégias de investimento, só a partir de 2008 existem registos de novas aquisições de equipamentos informáticos depois da informação inicial de 2005, o que provocou um desvio acentuado do parque informático da Faculdade em relação ao mercado internacional. Até 2014, houve uma tipologia de investimentos em

processadores de baixo-médio custo, o que levou a uma aproximação limitada ao mercado internacional. De 2014 em diante, a tipologia de investimentos mudou para processadores de *performance* mais elevada, o que teve impacto na vertente financeira, mas causou uma redução significativa no desvio em relação ao mercado internacional, tornando o parque informático da Faculdade mais competitivo.

De notar que, nos anos de 2018 a 2020, a Faculdade fez uma alteração expressiva no seu parque informático, aproveitando a concorrência da empresa AMD no mercado dos processadores x86 para baixar o valor do custo unitário e manter o caminho de investir em processadores Ryzen 7. Esta opção estratégica permitiu à instituição manter a redução do desvio de *performance* em relação ao mercado internacional em simultâneo com uma diminuição dos custos.

Conclui-se, assim, que investir em processadores de *performance* mais elevada tem o benefício de manter o parque informático mais eficiente, a nível de *performance*, durante um período mais alargado e com necessidade de remodelação menos constante. Se forem aproveitadas as *nuances* competitivas dentro do mercado x86, as renovações podem até ser feitas com menor pressão orçamental.

No que diz respeito ao cenário de investimento em 2022, 46 equipamentos do parque informático da Faculdade revelam um desvio acima de 100%, relativamente à média dos CPU Mark do mercado internacional, o que requer já alguma atenção. No entanto, dos restantes, nenhum equipamento informático apresenta um desvio acima de 70% em relação ao mercado internacional. Este resultado é bastante positivo, visto que o atual parque informático da Faculdade é composto por equipamentos adquiridos no período que decorre entre 2014 e 2020, enquanto os dados do mercado internacional remetem para informação relativamente aos processadores lançados anualmente. O parque informático da Faculdade em 2020 ao apresentar um desvio tecnológico de 57,89% em relação à média da evolução da tecnologia desse mesmo ano, colocou não só a Faculdade numa posição privilegiada, permitindo ao gestor uma certa maleabilidade estratégica.

Em relação à estimativa de investimento para 2022, concluiu-se que existem no mercado muitas opções de equipamentos informáticos. Contudo, num parque informático com a dimensão do da Faculdade de Economia, onde os equipamentos têm de ser substituídos de modo cíclico e o investimento deve ser feito de forma sustentada, o

equipamento informático que apresenta o melhor equilíbrio entre preço e *performance* é o que tem o processador Ryzen 7 5700G.

O modelo de previsão que melhores resultados produziu para estimar a evolução da *performance* dos processadores do mercado internacional, para o período de 2021 a 2024, foi o modelo de séries temporais ARIMA. O modelo estimou uma evolução total de 73,72% das médias dos CPU Mark até 2024, sendo que quanto mais dilatada no tempo for a previsão, maior é a probabilidade de erro. Por fim, estimou-se cinco cenários de investimento para os anos compreendidos entre 2023 e 2025, utilizando os resultados de previsão do modelo ARIMA. Os cenários perspetivam as necessidades financeiras, os valores previstos para as médias dos CPU Mark para o parque informático da Faculdade, assim como o desvio potencial em termos de *performance* em relação ao mercado internacional.

Os cenários apresentados poderão servir de apoio ao delinear de estratégias e à tomada da decisão de investimento pelo gestor, sendo possível parcelar o investimento ao longo dos anos da previsão e desenvolver estratégias orçamentais adequadas para tal. O cenário que se perspetiva mais equilibrado é o primeiro, em que, apesar do crescimento previsto para o mercado internacional, o parque informático da Faculdade reduziria, em 2025, para cerca de 26% o desvio em relação à média dos CPU Mark do mercado internacional, com um investimento anual abaixo dos 20.000€.

Terminado este trabalho, o autor tem a sensação do dever cumprido, pois pensa ter conseguido atingir os objetivos delineados e responder às perguntas da investigação. A principal limitação sentida prendeu-se com a inexistência de dados relativos ao mercado internacional anteriores a 2008, o que impediu a análise comparativa da evolução do parque informático da Faculdade de 2005 a 2008. O ideal seria ter existido informação anterior a 2005, para um melhor entendimento da evolução do parque informático da Faculdade.

O trabalho que aqui se apresentou abre caminho para futuras linhas de investigação, como por exemplo utilizar a informação de outras empresas que realizam testes de *benchmark* a componentes informáticos. Par além da PassMark, existem empresas de reputação na área, tais como a SPEC e Geekbench, que fazem os seus próprios testes, cujos resultados poderão ser utilizados em conjunto, adicionando mais informação ao processo de tomada de decisão. Este trabalho também poderá ser replicado

noutras instituições, organizações ou empresas, com parques informáticos de dimensão semelhante ou superior, para se estabelecer uma análise comparativa da evolução tecnológica entre elas. Uma outra linha de investigação poderá ser estudar a *performance* de outros componentes informáticos, tais como placas gráficas, memórias RAM, *motherboards*, discos de armazenamento, entre outros, e de que forma estes, eventualmente, influenciam a *performance* final de um equipamento informático.

A realização deste trabalho constituiu para o autor um desafio superado. Tratou-se de um processo de muito trabalho, mas de muita aprendizagem, tendo valido a pena todo o esforço nele despendido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, R.W. (2000) Strategic investment decision appraisal techniques: The old and the new, *Business Horizons*, November-December 2000.
- Ahmed, W.S., Sheikh, J., Ur-Rehman, K., Shafi, K., Shad, S. A. & Butt, F.S. (2020) New continuum of stochastic static forecasting model for mutual funds at investment policy level, *Chaos, Solitons and Fractals*, 132 (2020) 109562.
- AMD (2013) *AMD64 Technology, AMD64 Architecture, Programmer's Manual Volume 1: Application Programming*, Publication No 24592, Revision 3.20, Disponível em: [https://developer.amd.com/wordpress/media/2012/10/24592\\_APM\\_v11.pdf](https://developer.amd.com/wordpress/media/2012/10/24592_APM_v11.pdf) (Acedido em: 17 de janeiro de 2022).
- AMD (n.d.) Processadores para desktop AMD, Disponível em: <https://www.amd.com/pt/products/processors-desktop> (Acedido em: 17 de janeiro de 2022).
- Anandtech (n.d.) AnandTech: Hardware News and Tech Reviews Since 1997, Disponível em: <https://www.anandtech.com> (Acedido em: 18 de maio de 2022).
- Atanu, E.Y., Ette, H.E., Nwuju, K. & Nwaoha, W.C. (2020) ARIMA Model for Gross Domestic Product (GDP): Evidence from Nigeria, *Archives of Current Research International*, 20(7): 49-61, 2020; Article no. ACRI.62569 ISSN: 2454-7077
- Ark.intel (n.d.) Product Specifications, Disponível em: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark.html> (Acedido em: 18 de maio de 2022).
- Aslop, T. (2022) Distribution of Intel and AMD x86 computer central processing units (CPUs) worldwide from 2012 to 2022, by quarter, *statista.com*, Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/735904/worldwide-x86-intel-amd-market-share/> (Acedido em: 18 de maio de 2022).
- Bharathi, V., Pramod, D. & Raman, R. (2021) Strategic Model for IT investment decision for Indian Higher Education Institution in context of National Education Policy 2020, *2021 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)*, 978-1-6654-1634-4/21 - 2021 IEEE, Disponível em: <https://doi.org/10.1109/DASA53625.2021.9682301> (Acedido em: 30 de julho de 2022).
- Bianchi, I.S. & Sousa, R.D. (2015) IT governance for public universities: developing a model, *International Business Information Management Association (IBIMA)*, Disponível em; <https://hdl.handle.net/1822/52947> (Acedido em: 28 de setembro de 2022).
- Bissell, M.B.Jr. (1941) Prices, costs, and investment, *American Economic Review*, Feb41, Vol. 30 Issue 5, p200-227, 28p.

- Buchanan, N.S. (1942) Anticipations and industrial investment decisions, *The American Economic Review*, Vol. 32, No. 1, Part 2, Supplement, Papers and Proceedings of the Fifty-fourth Annual Meeting of the American Economic Association (Mar., 1942), pp. 141-155 (15 pages).
- Brodić, D. (2016) Analysis of the Extremely Low Frequency Magnetic Field Emission from Laptop Computers, *Metrology and Measurement Systems*, Vol 23, Iss 1, Pp 143-154 (2016).
- Cambridge (n.d.) Significado de benchmark, *Cambridge Dictionary*, Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/benchmark> (Acedido em: 22 de agosto de 2022).
- Çelik, A (2021) Volatility of BIST 100 Returns After 2020, Calendar Anomalies and COVID-19 Effect, *Journal of BRSA Banking and Financial Markets*, 15, (1), 2021, 61-81.
- Chen, P.S., Yen, D.C., Lin S. & Chou, C.S. (2018) Toward an IT investment decision support model for global enterprises, *Computer Standards & Interfaces*, Volume 59, August 2018, Pages 130-140.
- Cheng, S., Gu, C., Zhang, Y., Li, J. & Li, F. (2020) Real options based investment decision making for distribution networks under long-term uncertainties, *2020 12th IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)*, 12th IEEE. :1-5 Sep, 2020.
- Cpubenchmark (n.d.) 1,000,000+ Systems Tested and 3,100 + CPU Models - Updated Daily!, Disponível em: <https://www.cpubenchmark.net/> (Acedido em: 29 de outubro de 2021).
- Cutress, I. (2022) AMD CPUs in 2022: Zen 4 in Second Half, Ryzen 7 5800X3D with V-Cache by Spring, *Anandtech*, Disponível em: <https://www.anandtech.com/show/17152/amd-cpus-in-2022-ces> (Acedido em: 20 de maio de 2022).
- Damodaran, A. (2014) *Applied Corporate Finance*, Forth Edition, Wiley
- Dolbeau, R. (2017) Theoretical peak FLOPS per instruction set: a tutorial, *Journal of Supercomputing* (2018), 74:1341–1377, Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11227-017-2177-5> (Acedido em: 27 de março de 2022).
- Dong, J.Q., Karhade, P.P., Rai, A. & Xu, S.X. (2021) How firms make information technology investment decisions: toward a behavioral agency theory, *Journal of Management Information Systems*, 2021, VOL. 38, NO. 1, 29–58, Disponível em: <https://doi.org/10.1080/07421222.2021.1870382> (Acedido em: 18 de junho de 2021).

- Dong, Y. & Jiang, He (2019) Global Solar Radiation Forecasting Using Square Root Regularization-Based Ensemble, *Mathematical Problems in Engineering*, Volume 2019, Article ID 9620945, 20 pages, Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2019/9620945> (Acedido em: 24 de julho de 2022).
- Dulles, E. (1942) The determinants of investment decisions – war and investment opportunities: an historical analysis, *The American Economic Review*, Vol. 32, No. 1, Part 2, Supplement, Papers and Proceedings of the Fifty-fourth Annual Meeting of the American Economic Association (Mar., 1942), pp. 112-128 (17 pages).
- El Amri, A., M'nassri, S., Nsir, N. & Majdoub, R. (2022) Nitrate concentration analysis and prediction in a shallow aquifer in central-eastern Tunisia using artificial neural network and time series modelling, *Environmental Science and Pollution Research*, (2022) 29:43300–43318, Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18174-y> (Acedido em: 24 de junho de 2022).
- Emmanuel, C., Harris E. & Komakech, S. (2010) Towards a better understanding of capital investment decisions, *Journal of Accounting & Organizational Change*, Vol. 6 No. 4, 2010 pp. 477-504, Emerald Group Publishing Limited, 1832-5912, Disponível em: <https://doi.org/10.1108/18325911011091837> (Acedido em: 17 de agosto de 2022).
- Eviews (2020) *EViews 12 User's Guide II*, IHS Global Inc., 2020, ISBN: 978-1-880411-64-3.
- Globaldata (n.d.) Processadores, Disponível em: <https://www.globaldata.pt/componentes/processadores> (Acedido em: 11 de agosto de 2022).
- Intel (n.d.) Intel® Processors for All That You Do, Disponível em: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/processors.html> (Acedido em: 17 de janeiro de 2022).
- Kaplan, S. & Barish, N.N. (1967) Decision-making allowing for uncertainty of future investment opportunities, *Management Science*, Vol. 13, No. 10. June 1967 U.S.A.
- Lei, Z. (2019) Research and analysis of deep learning algorithms for investment decision support model in electronic commerce, *Electronic Commerce Research*, Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2019, Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10660-019-09389-w> (Acedido em: 15 de junho de 2021).
- Li, H., Wang, T., Cao Y., Song, L., Hou, Y. & Wang, Y. (2022) Culture, Thinking Styles and Investment Decision, *Psychological Reports*, 2022, Vol. 125(3) 1528–1555, Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0033294121997778> (Acedido em: 29 de julho de 2022).
- Lin, B. (2007) Information technology capability and value creation: Evidence from the US banking industry, *Technology in Society*, 29 (2007) 93–106, Elsevier

- Lütkepohl, H. & Xu, F. (2012) The Role of the Log Transformation in Forecasting Economic Variables, *Empirical Economics*, 2012, 42(3):619–638, Disponível em: <http://hdl.handle.net/10.1007/s00181-010-0440-1> (Acedido em: 20 de junho de 2022).
- Makridakis, S.G., Wheelwright, S.C. & McGee, V.E. (1983) *Forecasting: Methods and Applications*, Wiley, 2nd Edition, New York.
- Microsoft (n.d.) x86 Architecture, Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-hardware/drivers/debugger/x86-architecture> (Acedido em: 17 de janeiro de 2022).
- Kwon, Y., Kang, D., Kim, S. & Choi, S. (2020) Coopetition in the SoC Industry: The Case of Qualcomm Incorporated, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2020, 6, 9, Disponível em: <https://doi.org/10.3390/joitmc6010009> (Acedido em: 27 de março de 2022).
- Paraskevopoulos, D.C., Tarantilisb, C.D. & Ioannoub, G. (2016) An adaptive memory programming framework for the resource-constrained project scheduling problem, *International Journal of Production Research*, 2016 Vol. 54, No. 16, 4938–4956, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2016.1145814> (Acedido em: 20 de junho de 2022).
- Pereira, C., Ferreira, C. & Amaral, L. (2018) An IT Value Management Capability Model for Portuguese Universities: A Delphi Study, *Procedia Computer Science*, 138 (2018) 612–620, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.082> (Acedido em: 28 de setembro de 2022).
- PerformanceTest (n.d.) Interpreting the Results, Help section PerformanceTest 10.1, software PerformanceTest 10.1.
- Perkins, W. S. & Reyna, V. F. (1990) The Effects of Expertise on Preference and Typicality in Investment Decision Making, *Advances in Consumer Research*, Volume 17, 1990.
- Profillidis, V.A. & Botzoris, G.N. (2018) Modeling of Transport Demand - Analyzing, Calculating, and Forecasting Transport Demand, *Elsevier Inc. All*, 2018.
- Sawyer, S.D. & So, A. (2018) A new approach for quality-adjusting PPI Microprocessors, *Monthly Labor Review*. Dec2018, p1-32. 32p.
- Shittu, O.I. & Asemota, M.J. (2009), Comparison of Criteria for Estimating the Order of Autoregressive Process: A Monte Carlo Approach, *European Journal of Scientific Research*, ISSN 1450-216X Vol.30 No.3 (2009), pp.409-416.
- Singh, P. (2016), *Investment Management*, Himalaya Publishing House, Mumbai

- Smith, R. (2022) Update: Intel Announces Core i9-12900KS: 5.5 GHz Turbo, 5.2 GHz All-Core, Coming April 5th, *Anandtech*, Disponível em: <https://www.anandtech.com/show/17159/newegg-briefly-lists-core-i9-12900ks-55ghz-turbo> (Acedido em: 20 de maio de 2022).
- Smith, R.G.E (1971) Uncertainty, information and investment decisions, *The Journal of Finance*, Blackwell Publishing Limited
- Soares, I., Moreira, J., Pinho, C., & Couto, J. (2015), *Decisões de Investimento – Análise Financeira de Projectos*, 4ª Edição, Lisboa, Edições Sílabo
- Vardia, S., Soni, S. & Saluja, R. (2021) Investor perception and the role of behavioral finance in investment decisions, *The IUP Journal of Applied Finance*, Vol. 27, No.1.
- Tang, G. (2011) Intel and the x86 Architecture: A Legal Perspective, *Jolt Digest*, Disponível em: <https://jolt.law.harvard.edu/digest/intel-and-the-x86-architecture-a-legal-perspective> (Acedido em: 17 de janeiro de 2022).
- Wilmore, A. (2014) IT strategy and decision-making: a comparison of four universities, *Journal of Higher Education Policy and Management*, 2014 Vol. 36, No. 3, 279–292, Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01587919.2014.899056> (Acedido em: 19 de junho de 2021).
- Yang, C., Xianping, W., Lou, Y. & Stefanek, G. (2020) Overcome IT Lab Challenge in COVID-19 with Windows-to-Go, *2020 11th IEEE Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*, 2020 11th IEEE Annual.: 0791-0796 Nov, 2020.
- Yin, R. (2005). *Estudo de Caso. Planejamento e Métodos*, Porto Alegre: Bookman
- Zobian, S. P. (1966) Investment Decision Modelling, *Financial Analysts Journal*, May-Jun 1966

## APÊNDICE 1 - Arquitetura x86

A arquitetura x86 de 32-bits tem como antecessor inicial o processador de 8-bits Intel 8080, lançado em 1974, pela Intel Corporation, Inc. (Intel), uma empresa especializada na produção de microprocessadores. Em 1982, evoluiu para o 80286, este processador com 16-bits e, posteriormente, em 1985, progrediu para o 80386 com 32-bits, onde a arquitetura x86 ainda se baseia (Tang, 2011).

Entretanto, no início dos anos 80, a International Business Machines Corporation (IBM), que era uma das empresas pioneiras nas novas tecnologias mais influentes da altura, resolveu entrar no mercado dos computadores pessoais (PC) com o Intel 8086 como processador para o “cérebro” do seu PC. Então, decidiu quebrar a tradição de desenvolver componentes, somente, internamente e deliberou realizar *outsourcing* para a maioria dos componentes deste novo produto (Tang, 2011).

Todavia, a IBM não pretendia arriscar ter apenas uma empresa como a única fornecedora de processadores, pois a sua produção tinha de estar garantida. Por isso, como parte do acordo, requereu que a Intel encontrasse uma segunda empresa para os fornecer (Tang, 2011).

Assim, em 1982, a Intel abordou a AMD, uma *start-up* fabricante de *chips*, e assinaram um acordo de partilha de tecnologia. Desta forma, as preocupações da IBM foram atendidas (Tang, 2011).

Em 2003, a empresa AMD lançou a arquitetura x86-64 que aumentou a capacidade da arquitetura para 64-bits e manteve a compatibilidade com os programas que usam 16-Bits e 32-Bits. Esta evolução ocorreu pela necessidade de certo tipo de aplicações gerirem uma grande quantidade de memória física e virtual, nomeadamente, servidores de alta *performance*, gestores de base de dados e sistemas de *Computer Aided Design* (CAD) (AMD, 2013).

Por forma a assegurar a exclusividade da produção destes processadores e garantir a ausência de outros competidores no espaço x86, a Intel adotou a estratégia de colocar processos em tribunal a todos os que constituíssem ameaças à sua quota de mercado (Tang, 2011). Para tal, esta empresa mobilizou a lei contra empresas que não tinham licença para o uso de x86 ou que tivessem clonado *chips* da Intel, através de engenharia inversa, alegando violação dos direitos de *copyright* e de patente (Tang, 2011).

Assim, a Intel conseguiu manter o espaço dos microprocessadores de arquitetura x86 apenas operados por ela e pela AMD, embora a relação entre ambas não tenha sido pacífica, tendo mesmo a Intel recusado a partilha de tecnologia, em 1985, o que levou a AMD a apresentar um pedido de arbitragem, em 1987, por quebra de acordo (Tang, 2011).

O processo demorou quatro anos e meio em tribunal e, apesar da arbitragem ter condenado a Intel por quebra do pacto de boa-fé, o que permitia a relação funcionar, também decidiu que a Intel não era obrigada a transferir tecnologia de cada produto para a AMD, e vice-versa. Sem acesso às especificações técnicas da Intel, a AMD demorou mais de cinco anos até conseguir fazer engenharia inversa ao processador 80386, que fora o que originou a recusa de partilha de tecnologia por parte da Intel (Tang, 2011).

Esta longa estratégia de litigação resultou em pleno, pois a Intel excluiu a AMD durante um período crítico de crescimento do mercado do computador pessoal, tendo este crescido dos 55% para os 84%, entre 1986 e 1990.

## APÊNDICE 2 - Modo de funcionamento do *software PerformanceTest*

O *software PerformanceTest*, após realizar oito testes diferentes, devolve uma média dos resultados, a qual permite determinar um *rating* para um sistema, designado por CPU Mark. O *PerformanceTest* corre um teste em simultâneo para cada CPU lógico, para cada CPU core físico ou cada pacote físico de CPU. Os oito testes incluem testes matemáticos, envolvendo números inteiros, números primos, dízimas finitas e infinitas, para além de um teste de encriptação, um teste de compressão, um teste de classificação de *strings*, testes de instruções complexas específicas (SSE<sup>22</sup>, AVX<sup>23</sup> e FMA<sup>24</sup>) e um teste de física (Sawyer e So, 2018).

---

<sup>22</sup> SSE - Streaming SIMD Extensions, mais informações consultar Dolbeau, R. (2017)

<sup>23</sup> AVX - Advanced Vector Extensions, mais informações consultar Dolbeau, R. (2017)

<sup>24</sup> FMA - Fused Multiply-Accumulate, mais informações consultar Dolbeau, R. (2017)

**Figura 1 Testes a um CPU AMD Ryzen 1700x 8 cores, 16 threads**



Fonte: Oito testes no *software* PerformanceTest 10.1

Na figura 1, observam-se os resultados dos oito testes realizados pelo *software*, medidos por: (i) milhões de operações matemáticas por segundo (Mops./sec), no caso dos números inteiros e das dízimas, finitas e infinitas; (ii) milhões de números primos calculados por segundo (Million Primes/sec); (iii) velocidade de encriptação de dados, em Megabytes, por segundo (MBytes/sec); (iv) quantidade de informação, em Kilobytes, processada por segundo (KBytes/sec); (v) quantidade de *strings*, em milhares, processadas por segundo (Thousand Strings/Sec), sendo o exemplo de uma *strings* uma

linha de texto; (vi) quantidade de milhões de matrizes calculadas por segundo (Mil. Matrizes/Sec.); e, (vii) quantidade de imagens processadas por segundo (Frames/Sec.), (PerformanceTest, n.d.).

**Figura 2 CPU Mark realizado a uma CPU AMD Ryzen 1700x**



Fonte: Resultado do CPU Mark no *software* PerformanceTest 10.1

Na figura 2, pode-se observar os resultados do CPU Mark com todos os testes realizados. Apesar de poderem ser ligeiramente afetados pela velocidade da memória *Random Access Memory* (RAM), os resultados obtidos são atingidos pelos testes anteriormente enumerados (PerformanceTest, n.d.).

### APÊNDICE 3 - Opção *Dynamic Forecast*

Para efetuar a previsão, foram usadas as opções presentes na figura 1, com a opção *Dynamic Forecast* selecionada.

A *Dynamic Forecast* calcula previsões dinâmicas com várias etapas, começando a partir do primeiro período da amostra. Na *Dynamic Forecast*, os valores anteriormente previstos para variáveis dependentes *lagged* são usados para formação de previsões do valor atual (Eviews, 2020).

Figura 3 Dynamic Forecast

The screenshot shows the 'Forecast' dialog box in EViews. The 'Forecast equation' field contains 'ARIMA023'. Under 'Series to forecast', the radio button for 'LDADOS' is selected. The 'Method' section has 'Dynamic forecast' selected. The 'Forecast sample' is '2008s2 2024s2'. The 'Graph' dropdown is set to 'Forecast & Actuals'. The 'Forecast evaluation' checkbox is checked. The 'OK' button is highlighted with a blue border.

## APÊNDICE 4 - Opção *Stochastic Simulation*

Quando se seleciona a opção *Stochastic Simulation* ou simulação estocástica, está-se a adicionar um grau de incerteza ao modelo, mas com o benefício de, no caso deste estudo, melhorar os intervalos de confiança.

A simulação estocástica em vez de calcular um único resultado determinístico previsto pelo modelo, calcula o modelo tendo por base uma completa distribuição estocástica, prevista pelo mesmo (Eviews, 2020).

Para a execução de uma simulação estocástica, o Eviews tem o seguinte procedimento: (i) faz uma estimativa inicial de um caminho para as expectativas ao longo do período da previsão (por exemplo, ao calcular o resultado expectável num modelo determinístico); (ii) executa um grande número de repetições estocásticas do modelo, mantendo as expectativas constantes, calculando os caminhos médios das variáveis endógenas ao longo de todo o conjunto de resultados; (iii) testa se os caminhos médios das variáveis endógenas são iguais à estimativa atual de expectativas dentro de alguma tolerância. Caso contrário, substitui a atual estimativa das expectativas pela média das variáveis endógenas obtidas no ponto ii e volta a esse ponto (Eviews, 2020).

No caso da previsão do modelo deste estudo, efetuada com o uso da simulação estocástica, foi usada a opção 1000 repetições com a folga na falha de .02 até a execução do modelo ser parada.

Figura 4 Stochastic Simulation

Forecast

Forecast equation  
ARIMA023

Series to forecast  
 LDADOS  D(LDADOS,2)

Series names  
Forecast name: ldadosf  
S.E. (optional):  
GARCH(optional):

Forecast sample  
2008s2 2024s2

Method  
 Dynamic forecast  
 Static forecast

Stochastic simulation  
Repetitions: 1000  
Failed reps prop. before halting: .02

Insert actuals for out-of-sample observations

Output  
Graph: Forecast & Actuals  
 Forecast evaluation

OK Cancel

## APÊNDICE 5 – Modelo ARIMA (4,2,0)

Neste apêndice, apresentam-se as tabelas e gráficos resultantes do modelo ARIMA (4,2,0), a saber: (i) tabela de estimativa do modelo (tabela 1), (ii) *Q statistic of Ljung-Box* (gráfico 1), (iii) Teste *inverse roots of ARMA polynomial(s)* (gráfico 2), (iv) gráfico do ajustamento (gráfico 3), (v) gráfico dos *actuals, fitting, residuals* (gráfico 4), (vi) gráfico da previsão (gráfico 5), e (vii) gráfico da previsão com simulação estocástica (gráfico 6).

**Tabela 1 Estimativa do modelo ARIMA (4,2,0)**

Dependent Variable: D(LDADOS,2)  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)  
 Date: 06/20/22 Time: 03:43  
 Sample: 2009S2 2020S2  
 Included observations: 23  
 Convergence achieved after 22 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.001437	0.005442	-0.264063	0.7949
AR(1)	-1.576932	0.220317	-7.157550	0.0000
AR(2)	-1.604783	0.397772	-4.034428	0.0009
AR(3)	-1.053538	0.437171	-2.409901	0.0276
AR(4)	-0.519625	0.238037	-2.182963	0.0434
SIGMASQ	0.011975	0.005061	2.366329	0.0301
R-squared	0.824844	Mean dependent var		0.005500
Adjusted R-squared	0.773328	S.D. dependent var		0.267351
S.E. of regression	0.127286	Akaike info criterion		-0.912970
Sum squared resid	0.275431	Schwarz criterion		-0.616755
Log likelihood	16.49916	Hannan-Quinn criter.		-0.838473
F-statistic	16.01128	Durbin-Watson stat		2.159153
Prob(F-statistic)	0.000007			
Inverted AR Roots	-.05+.81i	-.05-.81i	-.73-.50i	-.73+.50i

Gráfico 1 *Q statistic of Ljung-Box ARIMA (4,2,0)*

Date: 06/30/22 Time: 01:43

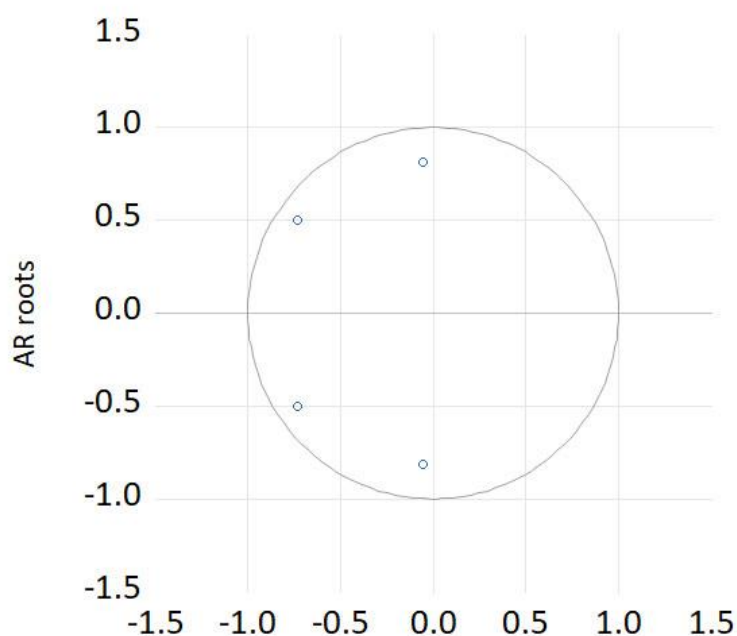
Sample (adjusted): 2009S2 2020S2

Q-statistic probabilities adjusted for 4 ARMA terms

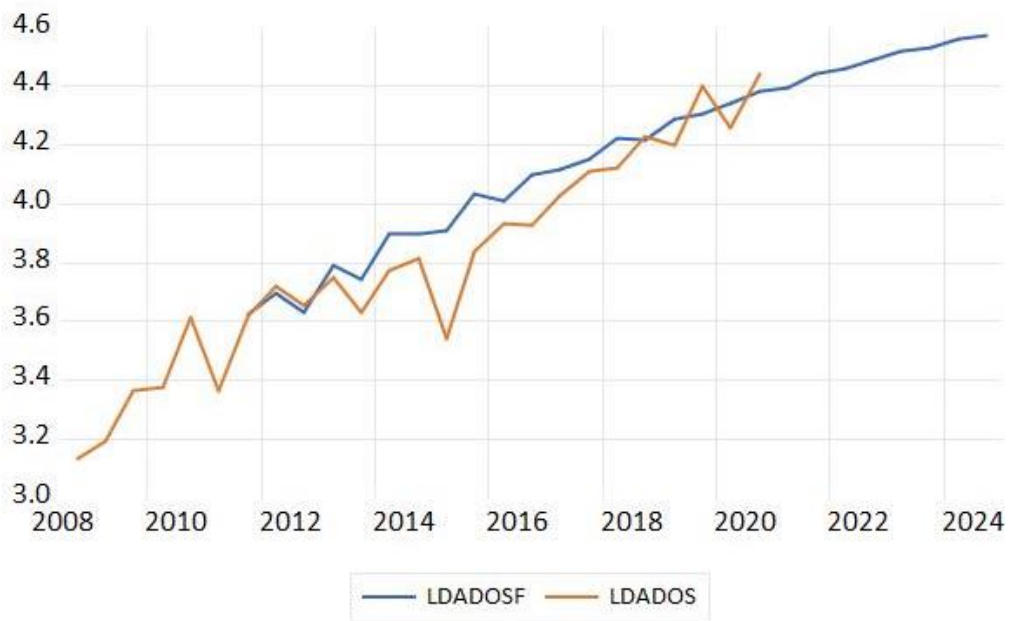
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.095	-0.095	0.2369	
		2 0.117	0.109	0.6123	
		3 -0.099	-0.080	0.8944	
		4 0.001	-0.027	0.8944	
		5 -0.198	-0.186	2.1453	0.143
		6 -0.002	-0.040	2.1454	0.342
		7 -0.155	-0.131	3.0092	0.390
		8 0.190	0.149	4.3898	0.356
		9 -0.166	-0.141	5.5237	0.355
		10 0.036	-0.075	5.5812	0.472
		11 -0.168	-0.165	6.9406	0.435
		12 -0.035	-0.133	7.0036	0.536

Gráfico 2 *Teste inverse roots of ARMA polynomial(s) ARIMA (4,2,0)*

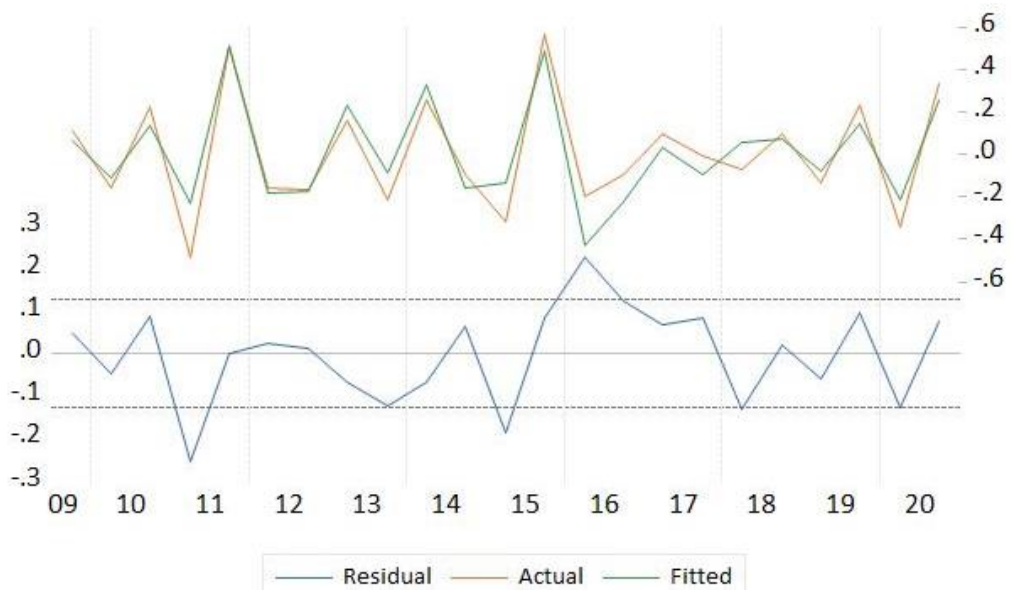
D(LDADOS,2): Inverse Roots of AR/MA Polynomial(s)



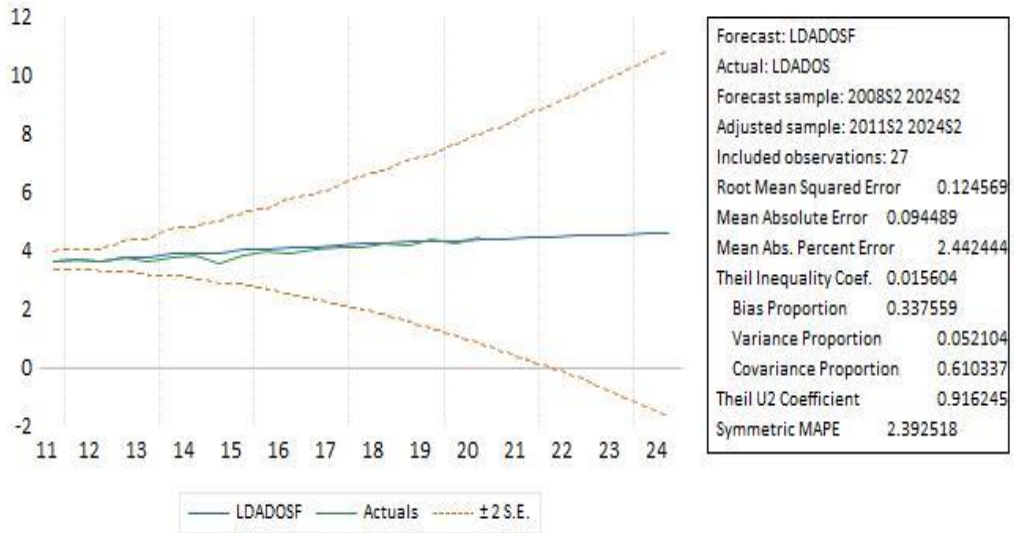
**Gráfico 3 Ajustamento ARIMA (4,2,0)**



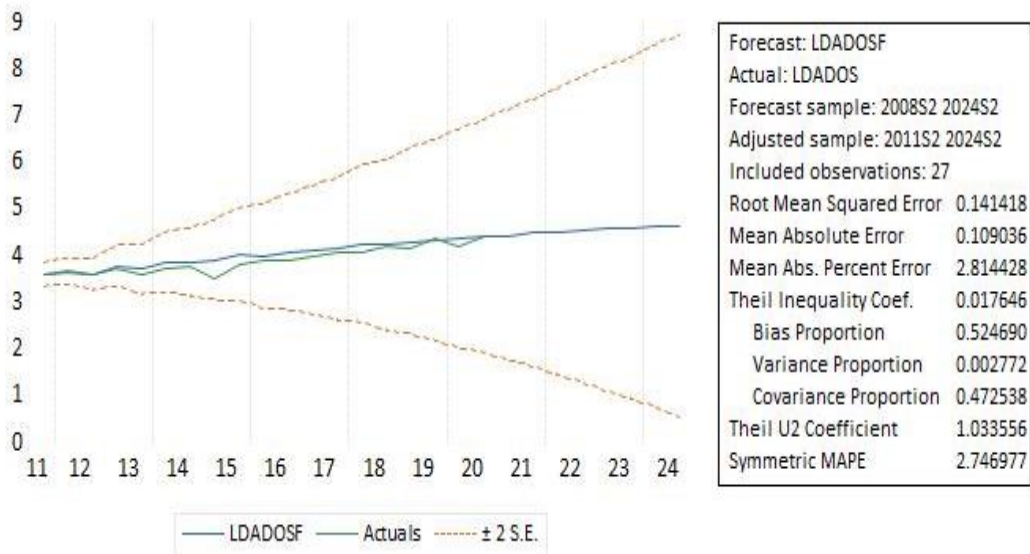
**Gráfico 4 Actuals, fitting, residuals ARIMA (4,2,0)**



**Gráfico 5 Previsão ARIMA (4,2,0)**



**Gráfico 6 Previsão com simulação estocástica ARIMA (4,2,0)**



## ANEXO A – Autorização da Faculdade de Economia

Re: Autorização formal para a utilização dos dados

Efigénio da Luz Rebelo

Para: João Paulo Leal Gonçalves

qua, 07/09/2022 13:04

Autorizo.

ER

Get [Outlook for Android](#)

---

**From:** João Paulo Leal Gonçalves <jlgoncal@ualg.pt>  
**Sent:** Wednesday, September 7, 2022 1:02:53 PM  
**To:** Efigénio da Luz Rebelo <elrebelo@ualg.pt>  
**Subject:** Autorização formal para a utilização dos dados

Caro Professor,

Venho por este meio requerer a autorização formal, para o uso dos dados referentes à aquisição de computadores tipo "Desktop" no período entre 2005 e 2020, para serem usados na minha dissertação.

Um Abraço,  
João Gonçalves

## ANEXO B – Autorização da PassMark

PassMark Support [help@passmark.com](mailto:help@passmark.com)

Enviado: 7 de março de 2021 22:19

Para: João Paulo Leal Gonçalves

We have no problem with you using the data for academic purposes, if the result is published as a PDF.

We make our money from our web site by advertising. So we don't want to have our own data just replicated on another public web site / database. Even if the data has been enhanced, or presented in a slightly different way.

(i.e. don't want to compete against ourselves for page views).

Using the data in a private database, not on the public internet is OK as long as it isn't for commercial use.

If this is OK, let me know I can have a look at doing a data dump.

Kind regards,

David Wren

PassMark Software

Level 5, 63 Foveaux St.

Surry Hills, 2010

Sydney, Australia

P: + 61 2 9690 0444

F: + 61 2 9690 0445

W: [www.passmark.com](http://www.passmark.com)



<http://www.passmark.com/>

Benchmark & PC test software. Computer forensics and loopback test plugs for burn in testing

[www.passmark.com](http://www.passmark.com)