

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Relatório sobre a unidade curricular de

ECONOMETRIA II

Apresentado para candidatura ao título académico de agregado

nos termos do Decreto/Lei nº 239/2007 de 19 de Junho

Maria Aurora Murcho Galego

2023

ÍNDICE

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introdução | 2 |
| 1.1. Contornos da escolha..... | 2 |
| 1.2. Enquadramento da Unidade Curricular..... | 3 |
| 2. Objetivos e Competências da Unidade Curricular..... | 7 |
| 3. Programa e Bibliografia Propostos | 10 |
| 3.1. Apresentação sintética dos Conteúdos programáticos..... | 10 |
| 3.2. Bibliografia..... | 14 |
| 4. Análise dos Conteúdos Programáticos..... | 16 |
| 5. Aspetos Metodológicos e Pedagógicos..... | 35 |
| 5.1. Metodologia e Organização das Sessões Letivas | 35 |
| 5.2. Avaliação de Conhecimentos..... | 41 |
| 6. Considerações Finais | 48 |
| Anexos | |
| Anexo A. Programas das unidades curriculares Econometria I e Econometria II. | 50 |
| Anexo B. Exemplos de Exercícios Práticos..... | 53 |
| Anexo C. Exemplos de Provas de Avaliação..... | 61 |

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contornos da escolha

Este relatório tem como objetivo principal dar cumprimento à obrigação legal estipulada pela alínea b) do Artigo 5º do Decreto-Lei nº 239/2007 de 19 de Junho de 2007 que regulamenta a atribuição do título académico de Agregado nas Universidades portuguesas. O mesmo exige a realização de um relatório que incida sobre uma unidade curricular, grupo de unidades curriculares, ou ciclo de estudos, incluída no ramo do conhecimento ou especialidade em que são prestadas as provas.

No presente relatório, optou-se por analisar o programa, bibliografia e aspetos pedagógicos referentes à unidade curricular (UC) de Econometria II, incluída nos planos curriculares das licenciaturas em Economia e em Matemática Aplicada à Economia e à Gestão da Universidade de Évora.

Sendo que a candidata ao longo dos anos de experiência enquanto docente lecionou diversas unidades curriculares, a opção poderia ter sido diferente. No entanto, a escolha acabou por surgir de forma natural. De facto, no ano 2000 a candidata elaborou um relatório sobre a disciplina de Econometria I no âmbito do concurso para Professor Associado. Passados todos estes anos, no momento de preparação para as provas de agregação, pareceu lógica a escolha da unidade curricular de Econometria II, ou seja, a realização de um processo de reflexão sobre

a unidade curricular seguinte. Para além disso, estas têm sido, desde o início da sua carreira enquanto docente universitária, as unidades curriculares que mais vezes a candidata lecionou.

Como facilmente se compreende, ao longo do tempo, ambas as unidades curriculares sofreram muitas alterações, seja no que respeita aos conteúdos programáticos e bibliografia de base, seja no que concerne aos aspetos metodológicos e pedagógicos. O conteúdo deste relatório reflete o resultado deste longo processo de reflexão e ajustamento, tentando acompanhar os sucessivos desenvolvimentos na área da Econometria.

1.2. Enquadramento da unidade curricular

Atualmente as unidades curriculares de Econometria I e de Econometria II são parte integrante dos planos curriculares de duas licenciaturas da Universidade de Évora: Economia e Matemática Aplicada à Economia e à Gestão.

A criação da licenciatura de Economia na Universidade de Évora teve lugar em 1979 (Decreto Regulamentar nº. 75/79 de 31 de dezembro) e foi, desde então, objeto de várias remodelações. Na estrutura curricular do curso de Economia sempre esteve incluído um ano de estudo na área da Econometria, embora a designação das disciplinas/unidades curriculares não tenha sido sempre a mesma. Na versão atual, são lecionadas as unidades curriculares de Econometria I e de Econometria II que estão inseridas entre as áreas científicas obrigatórias do curso de Economia, tendo cada UC uma escolaridade de quatro horas teórico-práticas,

correspondendo a 6 ECTS.

No ano letivo de 2014-2015, a Universidade de Évora passou a oferecer o curso de Licenciatura em Matemática Aplicada à Economia e à Gestão. Neste curso, estão também incluídas as unidades curriculares de Econometria I e de Econometria II como obrigatórias e que são lecionadas em conjunto com os alunos do curso de Economia.

Relativamente a outras Universidades públicas, verifica-se atualmente que nem todas contemplam explicitamente na licenciatura em Economia a leção de uma segunda unidade curricular de Econometria obrigatória (ou de uma UC de Econometria anual). A Universidade do Porto, a Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, a Universidade dos Açores e a Universidade da Madeira não seguem esta opção. Já a Universidade de Lisboa (ISEG), segue uma opção intermédia em que o modelo de regressão linear com dados seccionais é lecionado na UC de Estatística II sendo outros tópicos aprofundados na UC de Econometria. Tendo como base a informação existente nos diversos portais das universidades portuguesas, é possível concluir que alguns conteúdos programáticos considerados numa segunda UC de Econometria são comuns, mas que a semelhança nos temas abordados é menor do que em UCs cujo objetivo é a leção de uma introdução à Econometria. Em concreto, parece existir uma maior coincidência de conteúdos numa segunda unidade de curricular de econometria entre a Universidade de Évora, o ISCTE e a Universidade do Minho.

No que respeita à licenciatura em Matemática Aplicada à Economia e à Gestão (MAEG), esta

apenas é lecionada no ISEG há já bastantes anos e recentemente igualmente na Universidade do Algarve. Da comparação entre os planos curriculares das três universidades conclui-se que nos três casos existem duas unidades curriculares de Econometria obrigatórias. No entanto, apenas em Évora parece que as duas Econometrias são comuns aos cursos de economia. Na universidade do Algarve, embora a designação das duas UCs dos dois cursos seja diferente, as duas fichas curriculares são exatamente iguais, sugerindo a existência de pouca diferença entre as UCs dos dois cursos. Da análise dos conteúdos programáticos definidos para as duas unidades curriculares de Econometria no ISEG e em Évora da licenciatura MAEG, conclui-se que a maioria dos tópicos abordados são iguais, não obstante a sua divisão entre a primeira UC de econometria e a segunda não seja idêntica. Relativamente à Universidade do Algarve, a UC Análise Econométrica II (tal como a UC Econometria II da licenciatura de Economia) não inclui os conteúdos relativos aos Modelos com Dados de Painel, privilegiando uma maior profundidade nos conteúdos relacionados com as séries temporais.

Desde o ano letivo de 2012/2013, na sequência das alterações curriculares introduzidas, na Universidade de Évora a Econometria I é uma unidade curricular obrigatória do semestre par do segundo ano da licenciatura em Economia, enquanto a Econometria II é obrigatória do semestre ímpar do terceiro ano do curso. Igualmente na Licenciatura em Matemática Aplicada à Economia e à Gestão as duas unidades curriculares são lecionadas no 4º e 5º semestres. Entre 2006 e 2012, no entanto, estas unidades curriculares eram lecionadas na Licenciatura em Economia um semestre antes, sendo, portanto, a Econometria II lecionada no semestre par letivo do segundo ano. Desta forma, o “atraso” de um semestre permite lecionar a UC

com uma maior maturidade por parte dos alunos e igualmente com mais conhecimentos ao nível da teoria económica. De acordo com a nossa experiência, esta alteração teve um impacto positivo no sucesso dos alunos na unidade curricular.

Refira-se, no entanto, que o plano curricular da licenciatura em Economia tem sido meramente indicativo, uma vez que na maioria dos anos letivos não existiu qualquer regime de precedências, sendo essa a situação que se verifica atualmente. Igualmente, na licenciatura em Matemática Aplicada à Economia e à Gestão não existe em regime de precedências. Por essa razão, os alunos que assim o entendam, podem, desde que não ultrapasassem o limite máximo anual de unidades de crédito previsto no número 1 do artigo 23º do Regulamento Académico da Universidade de Évora, não respeitar o semestre indicado para a frequência de Econometria II.

Independentemente da decisão do aluno relativamente ao semestre de frequência da unidade curricular, os conteúdos programáticos da Econometria II pressupõem o conhecimento prévio de matérias lecionadas na Econometria I e de outras estudadas em UC dos anos anteriores, em especial de Matemática Aplicada à Economia e à Gestão I, Matemática Aplicada à Economia e à Gestão II e em Probabilidade e Estatística, que integram o 1º e 2º anos do plano curricular do curso de Economia ou de Análise Matemática I e II, Álgebra Linear e Geometria Analítica I e Probabilidade e Estatística da licenciatura em Matemática Aplicada à Economia e à Gestão. Concretamente, assume-se que os alunos se encontram familiarizados com conceitos da teoria das probabilidades, distribuições teóricas

(discretas e contínuas), estimação pontual e por intervalos, testes de hipóteses, otimização livre e condicionada, cálculo diferencial e álgebra linear, assim como com o modelo de regressão linear múltipla aplicado a dados seccionais. Por outro lado, tratando-se de uma unidade curricular do 3º ano, o processo de aprendizagem beneficia da aquisição por parte dos estudantes de conhecimentos ao nível microeconómico e macroeconómico, que facilitam a imprescindível perspectiva económica que fundamenta a análise econométrica.

Finalmente, sendo que esta unidade curricular é precedida da unidade curricular de Econometria I, terá que haver a necessária e permanente articulação entre o programa das duas que, em última análise, deverão ser consideradas como um “bloco único”. Embora, neste relatório, a atenção esteja centrada na Econometria II, ocasionalmente, e sempre que se justifique, serão feitas algumas referências aos conteúdos e métodos de ensino desenvolvidos na Econometria I.

2. OBJETIVOS E COMPETÊNCIAS DA UNIDADE CURRICULAR

Esta unidade curricular tem como objetivo fundamental complementar os conhecimentos adquiridos na unidade curricular de Econometria I. Como tal, assume-se que os alunos possuem conhecimentos básicos de econometria, assim como conhecimentos de cálculo, estatística e álgebra matricial.

Tanto a teoria económica como a econometria têm tido grandes progressos nas últimas décadas. Esta UC pretende abordar um conjunto de instrumentos econométricos que permitam analisar vários modelos que derivam da teoria económica, existindo a preocupação de proporcionar aos alunos o conhecimento, embora de forma simplificada nalguns casos, de desenvolvimentos econométricos recentes e sua aplicação à Economia.

Enquanto a unidade curricular de Econometria I se foca exclusivamente nos métodos econométricos aplicáveis a dados seccionais, em Econometria II abordam-se igualmente as técnicas estatísticas dirigidas às séries temporais, estacionárias ou não, bem como a dados em painel. Assim, esta unidade curricular de Econometria II fornece uma abordagem introdutória a tópicos como modelos dinâmicos e cointegração, modelos de escolhas binárias, dados de painel, variáveis instrumentais e equações múltiplas.

Paralelamente ao estudo dos diferentes métodos econométricos há, igualmente, a pretensão de orientar a sua aplicação a problemas concretos, os quais poderão estar ligados à realidade portuguesa e/ou europeia, quer ao nível macro quer microeconómico. Existe, portanto, o objetivo de proporcionar aos alunos o contacto com dados reais e a possibilidade de testar modelos económicos teóricos. Para além dos dados fornecidos aos alunos nas aulas, deseja-se que os alunos façam também a pesquisa e recolha de dados reais, e que os analisem. Isso será feito no âmbito da realização de um projeto, que constitui uma parte essencial do processo de avaliação. No âmbito deste projeto, para além da recolha dos dados, os alunos deverão escolher o modelo a estimar, assim como fazer a análise de diagnóstico do mesmo.

No final do curso, os alunos deverão ter adquirido conhecimentos para realizar análises empíricas simples com dados seccionais, dados de painel ou séries temporais usando *software* econométrico adequado e igualmente saber como interpretar os resultados.

O curso tem assim como objetivo fornecer aos alunos um conjunto de competências de carácter específico e geral, a saber:

Competências específicas:

- Conhecer e compreender as principais técnicas econométricas, incluindo as suas vantagens e limitações a um nível adequado a um licenciado
- Perceber a natureza dos dados à sua disposição e identificar os modelos e métodos mais adequados
- Perceção da análise empírica em economia
- Capacidade de recolha, análise e uso de dados empíricos em economia
- Capacidade de usar *software* estatístico específico para a estimação econométrica

Competências gerais:

- Capacidade de raciocínio independente, de decisão e de inovação
- Capacidade de abstração, de construção de modelos, intuição
- Capacidade de trabalhar em equipa
- Capacidade de exposição escrita e oral

- Capacidade de estudo e de pesquisa
- Capacidade e motivação para aprender ao longo da vida

3. PROGRAMA E BIBLIOGRAFIA PROPOSTOS

3.1. Apresentação Sintética dos Conteúdos Programáticos

Os programas das unidades curriculares de Econometria I e Econometria II lecionadas na Universidade de Évora tiveram a sua maior alteração a partir do ano 2001, em que se passou a adotar uma nova filosofia de ensino da Econometria, inspirada no livro de J. Wooldridge publicado em 1999 e que ainda hoje se mantém. De facto, para este autor, o ensino da Econometria deverá estar fundamentalmente ligada ao tipo de dados usados na aplicação prática e, como tal, faz todo o sentido que se aborde a estimação de modelos econométricos com dados seccionais em primeiro lugar e só depois se analise a estimação com outro tipo de dados – séries temporais e dados de painel. É essa, portanto, a opção que se tem seguido nos conteúdos programáticos das duas unidades curriculares.

Atualmente, a Econometria I analisa exclusivamente a estimação com dados seccionais, opção que foi possível tomar após o ano letivo de 2006/2007, ano em que passou a ser lecionada exclusivamente a alunos da licenciatura em Economia (só ano de 2015-2016 a Econometria I foi pela primeira vez lecionada à Licenciatura em Matemática Aplicada à Economia e à Gestão). Até ao ano de 2006-2007, a Econometria I era igualmente lecionada aos alunos da licenciatura em Gestão e, como tal, fazia sentido que nesta unidade curricular fosse dada uma

introdução aos modelos com séries temporais, uma vez que para estes alunos a Econometria I constituía a única unidade curricular desta natureza.

Sendo assim, em Econometria II, para além de tópicos mais avançados com uso de dados seccionais, é estudada a estimação com dados de séries temporais e dados de painel, embora a nível introdutório, como se espera ao nível de um curso de primeiro ciclo. Os conteúdos programáticos propostos para a Econometria II, são de seguida apresentados. O programa proposto inicia-se com o estudo dos dados de séries temporais, para depois focar tópicos específicos relativos a diversos tipos de dados: modelos com variável dependente binária, introdução aos dados de painel, endogeneidade e variáveis instrumentais e modelos com equações simultâneas. Para além da necessária lógica teórica no seguimento das matérias, a ordem de estudo dos diversos tópicos é igualmente determinada pela necessidade de serem tratados os aspetos que serão mais necessários para a realização do projeto por parte dos alunos. Em anexo poderão ser consultados os conteúdos programáticos lecionados, pela candidata, nas unidades curriculares de Econometria I e de Econometria II no ano letivo mais recente. É possível verificar que a ordem das matérias lecionadas não é exatamente idêntica ao proposto no atual relatório. Na verdade, nos últimos anos, em Econometria II têm sido lecionadas em primeiro lugar as matérias relativas aos modelos de escolha binária. Em função da experiência adquirida ao longo dos anos, a ordem proposta é em nossa opinião a melhor do ponto de vista teórico e prático.

I. Introdução

- 1.1. Objetivos e metodologia
- 1.2. Tipos de dados e modelos
- 1.3. Estrutura de um projeto empírico

II. Fundamentos do modelo de regressão linear com séries temporais

- 2.1. Tipos de modelos
- 2.2. Premissas do modelo e propriedades dos estimadores dos mínimos quadrados
- 2.3. Inferência e análise de especificação
- 2.4. Tendência e sazonalidade
- 2.5. Séries estacionárias e não estacionárias
- 2.6. Propriedades assintóticas dos estimadores dos mínimos quadrados

III. Autocorrelação e heteroscedasticidade em séries temporais

- 3.1. Propriedades dos estimadores dos mínimos quadrados com autocorrelação
- 3.2. Testes para a autocorrelação
- 3.3. Modelos dinamicamente completos
- 3.4. Método dos mínimos quadrados generalizados
- 3.5. Heteroscedasticidade em modelos de séries temporais
- 3.6. Heteroscedasticidade condicionada auto-regressiva

IV. Modelos dinâmicos e previsão com séries temporais

- 4.1. Modelos com desfasamento distribuído infinito
 - 4.1.1. Modelo com desfasamentos distribuídos geométricos

- 4.1.2. Modelo com desfasamentos distribuídos racionais
- 4.2. Estacionariedade e testes de raízes unitárias
- 4.3. Não estacionariedade e cointegração
 - 4.3.1 Variáveis integradas e regressão espúria
 - 4.3.2 Cointegração e modelo com mecanismo de correção do erro
- 4.4. Previsão
 - 4.4.1 Tipos de modelos usados para previsão
 - 4.4.2 Modelos VAR e causalidade à Granger
 - 4.4.3 Previsão um passo à frente e múltiplos passos à frente
 - 4.4.4 Critérios para comparar a capacidade de previsão dos modelos

V. Modelos de escolha binária

- 5.1 O modelo Probabilístico Linear
- 5.2 Especificação dos modelos Logit e Probit
- 5.3 Estimação e inferência nos modelos Logit e Probit: Método da máxima verosimilhança e testes assintóticos

VI. Dados agrupados e de painel

- 6.1 Agrupamento de dados seccionais no tempo
- 6.2 O modelo de efeitos fixos
- 6.3 O modelo de efeitos aleatórios

VII. Regressão com variáveis instrumentais

- 7.1 Motivação: omissão de variáveis e erros de medição
- 7.2 Estimação e inferência com variáveis instrumentais

7.3 Mínimos quadrados em dois passos

7.4 Testes de endogeneidade e de restrições de sobreidentificação

VIII. Modelos de equações simultâneas

8.1. Classificação das variáveis e dos modelos

8.2. Estimação da forma reduzida do modelo

8.3. Inconsistência do Estimador dos Mínimos Quadrados para a forma estrutural

8.4. O problema da identificação

8.5. Estimação da forma estrutural do modelo

3.2. BIBLIOGRAFIA

A bibliografia inclui dois tipos de referências. A primeira aparece com a designação de fundamental e inclui a referência básica para as aprendizagens propostas. A segunda inclui bibliografia, que não sendo indispensável, é também importante e de grande significado para os alunos que pretendam aprofundar conhecimentos e que se designa como complementar.

FUNDAMENTAL:

- ✓ WOOLDRIDGE, J. (2020), *Introductory Econometrics – a Modern Approach*, 7ª Ed., Cengage Learning.

COMPLEMENTAR:

- ✓ BALTAGI, B.H. (2021), *Econometrics*, 6ª Ed., Springer
- ✓ DOUGHERTY, C. (2016), *Introduction to Econometrics*, 5ª ed., Oxford University Press.
- ✓ FERREIRA, P. (2013), *Princípios de Econometria*, Rei dos Livros.

- ✓ GUJARATI, D. N. e D.C. PORTER (2009), *Basic Econometrics*, 5ª ed., McGraw-Hill.
- ✓ HILL, R.C., W.E. GRIFFITHS e G.C. LIM (2018), *Principles of Econometrics*, 5ª Ed., John Wiley & Sons.
- ✓ KENNEDY, P. (2008), *A Guide to Econometrics*, 6ª Ed., Wiley-Blackwell.
- ✓ OLIVEIRA, M.M., L.D. SANTOS e N. FORTUNA (2018), *Econometria*, 2ª ed., Escolar Editora.
- ✓ RIBEIRO, C. S. (2014), *Econometria*, Escolar Editora.
- ✓ STOCK, J.H. e M.W. WATSON (2020), *Introduction to Econometrics*, 4ª ed., Pearson.

A opção por um único livro base parece-nos preferível ao nível de um primeiro ciclo de estudos. A escolha do livro de Jeffrey Wooldridge como manual recomendado justifica-se por ser, em nossa opinião, o que melhor expressa a conceção mais moderna do estudo da econometria, e que se apresenta de acordo com a nossa visão do ensino da econometria. Com efeito, no ensino da Econometria deverá ter-se em conta a natureza dos dados, o que facilita a compreensão por parte dos alunos das metodologias adequadas a cada tipo de dados. Para tornar a econometria relevante a um nível introdutório, será de evitar um ensino baseado em modelos teóricos e hipóteses que não estão de acordo com as aplicações empíricas. Por outro lado, sem comprometer o rigor, a abordagem seguida no livro base apela mais à intuição mais do que à demonstração analítica, o que é igualmente a nossa preferência ao nível do ensino de primeiro ciclo. Como tal, desde o aparecimento da sua primeira edição, o mesmo inspirou a alteração dos conteúdos das unidades curriculares de econometria e constitui desde essa altura o livro base. Deste modo, o programa seguido nas unidades curriculares de Econometria, e em particular o de Econometria II que agora se apresenta, segue de perto a estrutura do livro base.

Por outro lado, as referências bibliográficas apresentadas como complementares não pretendem ser exaustivas, sendo o objetivo indicar aos alunos diversas sugestões de livros no contexto da econometria que abordem os tópicos analisados no âmbito da unidade curricular. Não se espera, nem se deseja, que os alunos leiam todos os manuais, mas que tendo como base o livro principal, possam depois complementar o estudo em relação às diferentes matérias com a consulta de outros livros que possam desenvolver mais uma ou outra matéria.

4. ANÁLISE DOS CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

Neste ponto será efetuada a apresentação dos conteúdos programáticos da unidade curricular, salientando-se os objetivos e competências a adquirir pelos alunos. Relativamente aos diversos temas a abordar são salientados os aspetos que se consideram mais relevantes. Paralelamente, apresentam-se também os capítulos recomendados para os diferentes temas em relação ao livro referido como fundamental na bibliografia.

| |
|-------------------------------|
| Capítulo I: Introdução |
|-------------------------------|

◆ **Objetivos e competências a adquirir**

- ✓ Dar a conhecer em termos gerais as matérias a desenvolver na Unidade Curricular
- ✓ Apresentar a Bibliografia
- ✓ Discutir o processo de avaliação

- ✓ Apresentação sumária dos vários tipos de modelos a estudar
- ✓ Distinguir dados seccionais de séries temporais e de dados de painel
- ✓ Perceber as componentes de um projeto empírico

. **Bibliografia fundamental:** Wooldridge (2020), Cap. 19

RESUMO: Nesta primeira aula, após apresentação do programa, dos objetivos a atingir na unidade curricular, da bibliografia e do regime de avaliação dos conhecimentos¹, serão apresentados de forma resumida os diferentes tipos de modelos e dados a estudar. Refere-se que serão analisados modelos com uma única equação e com equações múltiplas, assim como modelo univariados para além dos multivariados. Caracterizam-se igualmente os diversos tipos de dados a estudar: dados seccionais, séries temporais e dados de painel.

Para além disso, sendo que a realização de um projeto é parte importante do processo de avaliação, será dada particular atenção à forma como se deve formular um projeto, discutindo a estrutura e os procedimentos para desenvolver um trabalho em economia aplicada. São também apresentados aos alunos um conjunto de fontes de dados que poderão pesquisar e usar na formulação do seu projeto.

¹No ponto 5.2. será analisada a questão da avaliação dos conhecimentos, de acordo com o atual Regulamento académico da Universidade de Évora.

Capítulo II: Fundamentos do Modelo de Regressão Linear com Séries Temporais

♦ Objetivos e competências a adquirir

- ✓ Perceber a natureza das séries temporais
- ✓ Conhecer e compreender os modelos em séries temporais, nomeadamente os aspetos que os diferenciam dos modelos de dados seccionais
- ✓ Conhecer as premissas do modelo e as propriedades dos estimadores dos mínimos quadrados com séries temporais
- ✓ Perceber a noção de tendência e de sazonalidade
- ✓ Compreender a noção de série estacionária e fracamente dependente
- ✓ Conhecer e saber aplicar os comandos básicos de *software* estatístico adequado para estimação de modelos com séries temporais.

. **Bibliografia fundamental:** Wooldridge (2020), Caps. 10 e 11 (11.1 e 11.2).

RESUMO: Tendo como base o conhecimento sólido da regressão com dados seccionais, adquirido na unidade curricular de Econometria I, este capítulo apresenta os aspetos essenciais das séries temporais. O principal objetivo deste capítulo é fornecer uma introdução às características que tornam as séries temporais diferentes dos dados seccionais. Discutem-se as diferenças conceptuais entre os dados seccionais e as séries temporais. Chama-se a atenção que quando se estudam séries temporais nos podemos deparar com dois problemas que não acontecem no caso dos dados seccionais: (1) uma variável pode influenciar outra com um desfasamento temporal, (2) se as variáveis não são estacionárias podemos ter a chamada regressão espúria (sendo estes conceitos analisados em mais detalhe nos capítulos seguintes).

Inicialmente, a análise foca-se em dois tipos de modelos que podemos ter com séries temporais, nomeadamente modelos estáticos e modelos com desfasamento distribuído finito. Introduz-se a noção de propensão de impacto e de propensão de longo prazo. Relembrando as hipóteses do modelo clássico de regressão linear com dados seccionais, são discutidas as hipóteses do modelo de regressão com séries temporais necessárias para garantir as propriedades da centragem e eficiência dos estimadores dos mínimos quadrados, salientando as diferenças relativamente aos dados seccionais. Neste contexto, é dada especial atenção à necessidade da existência de variáveis explicativas estritamente exógenas.

Salienta-se, igualmente, que tal como na estimação com dados seccionais, verificando-se a hipótese de normalidade do termo erro, se aplicam os habituais procedimentos para efetuar testes de hipóteses: o estatístico T para testar a significância de variáveis explicativas individuais e o estatístico F para testar a significância conjunta de várias variáveis assim como a significância global do modelo. Abordam-se, de seguida as questões da forma funcional e da introdução das variáveis binárias (*dummy*), fazendo mais uma vez um paralelo com os modelos de dados seccionais, estudados na Econometria I. Nomeadamente, é retomada a discussão sobre a interpretação dos coeficientes estimados em função das diferentes formas funcionais e também das variáveis binárias.

Este capítulo prossegue analisando a questão da tendência e da sazonalidade em séries temporais. É introduzido o conceito de tendência e é discutida a forma como esta pode ser incorporada no modelo de regressão, distinguindo entre tendência linear e tendência

exponencial. Igualmente, é abordada a forma como se pode ter em consideração a existência de sazonalidade, com a introdução variáveis binárias sazonais.

No tópico seguinte, refere-se a importância da estacionaridade das séries temporais, uma das características fundamentais deste tipo de dados. É apresentada a noção de processo estocástico estritamente estacionário assim como de um processo estacionário em covariância. Finalmente é explicada a noção de série fracamente dependente. Esta questão é abordada com a análise em detalhe de processos estacionários e fracamente dependentes, como é o caso do processo de médias móveis e do processo auto-regressivo de primeira ordem (com $|\rho| < 1$). Em concreto, são deduzidas as médias, variâncias, autocovariâncias e coeficientes de autocorrelação de vários processos, estacionários e não estacionários (AR(1), MA(1), ruído branco, passeio aleatório). Este tema será posteriormente retomado no capítulo IV, onde se desenvolve a análise do uso de séries não estacionárias nos modelos de regressão.

O capítulo termina com a análise das propriedades assintóticas do estimador dos mínimos quadrados com séries temporais. Os pressupostos dos modelos anteriormente expostos são revistos, sendo apresentadas premissas alternativas, que possibilitam que os estimadores dos mínimos quadrados, embora enviesados, sejam consistentes. É transmitida ao aluno a importância das propriedades assintóticas em séries temporais dada a dificuldade de algumas das hipóteses de Gauss-Markov, anteriormente expostas, se verificarem.

Capítulo III: Autocorrelação e Heteroscedasticidade em Séries Temporais

♦ Objetivos e competências a adquirir

- ✓ Conhecer e compreender os problemas de Autocorrelação e Heteroscedasticidade em séries temporais e suas consequências.
- ✓ Saber aplicar testes para detetar Heteroscedasticidade e Autocorrelação
- ✓ Conhecer os procedimentos a adotar para resolver os problemas de Heteroscedasticidade e Autocorrelação
- ✓ Perceber a noção de modelo dinamicamente completo.
- ✓ Perceber a noção de Heteroscedasticidade Condicionada Autorregressiva e suas consequências.
- ✓ Saber como usar *software* adequado para testar a existência de Heteroscedasticidade, Autocorrelação e Heteroscedasticidade Condicionada Autorregressiva assim como para estimar os modelos na presença destes fenómenos.

. **Bibliografia fundamental:** Wooldridge (2020), Caps. 11 (11.4 e 11.5) e 12.

RESUMO: Neste capítulo, assumindo a estacionaridade das séries, começa-se por analisar um problema novo, específico das séries temporais, que é o problema da autocorrelação. Discutem-se, em primeiro lugar, as circunstâncias em que este problema se verifica, salientado que este acontece frequentemente em modelos estáticos e modelos com desfasamentos distribuídos finitos. Apresentam-se as consequências da existência de autocorrelação, nomeadamente ao nível das propriedades dos estimadores dos mínimos quadrados assim como na inferência. Destaca-se que a violação desta premissa não afeta a consistência dos estimadores mas que os mesmos já não são eficientes. Para além disso,

salienta-se que as fórmulas de cálculo das variâncias dos estimadores dos mínimos quadrados deixam de ser válidas, afetando a realização de testes de hipóteses tal como a construção de intervalos de confiança.

Apresentam-se, de seguida, os testes para detetar a existência de autocorrelação. Concretamente, é analisada a utilização dos testes T e Durbin-Watson para testar a presença de um processo autorregressivo de primeira ordem, com variáveis explicativas estritamente exógenas, e do teste Breusch-Godfrey para testar processos autorregressivos de primeira ordem e de ordens mais elevadas e com qualquer tipo de variáveis explicativas.

Existindo autocorrelação, são analisadas as diferentes formas para solucionar este problema. Nesse sentido, começa-se por introduzir a noção de modelo dinamicamente completo. É transmitido aos alunos que a autocorrelação pode ter como origem uma incorreta especificação do modelo em termos dinâmicos e que no contexto deste tipo de modelos é sempre possível obter um modelo dinamicamente completo acrescentando desfasamentos necessários das variáveis explicativas e da variável dependente. Para ilustrar esta situação são apresentados alguns exemplos de como obter um modelo dinamicamente completo: caso de um modelo de regressão linear simples estático com autocorrelação $AR(1)$ ou de um modelo dinâmico com autocorrelação $AR(1)$. Finalmente, apresentam-se os procedimentos a adotar para obter um modelo dinamicamente completo em aplicações empíricas, em que o processo de autocorrelação e a sua ordem são desconhecidos.

Logo após, é discutida a aplicação do método dos mínimos quadrados generalizado em situações em que as variáveis explicativas são estritamente exógenas e em que os erros seguem um processo auto-regressivo de 1ª ordem. Assumindo que o coeficiente ρ é conhecido, é deduzido o modelo transformado que permite obter estimadores consistentes e eficientes. Salienta-se que na prática o coeficiente ρ dificilmente será conhecido sendo necessário a sua estimação, tendo em consequência o método dos mínimos quadrados admissível em que as propriedades dos estimadores obtidos são apenas válidas assintoticamente. É igualmente apresentada a possibilidade de utilização dos erros padrão robustos para a autocorrelação (inferência robusta- erros padrão propostos por Newey e West, 1987), referindo as suas limitações em amostras pequenas e quando existe um forte problema de autocorrelação.

Introduz-se de seguida o tópico da heteroscedasticidade em séries temporais, explicando como o problema pode aparecer neste tipo de dados. São abordados os aspetos que tornam a análise da heteroscedasticidade no contexto das séries temporais semelhante assim como os que a tornam diferente do contexto de dados seccionais. Fazendo um paralelo com as consequências da existência de heteroscedasticidade no caso dos dados seccionais, estudado na Econometria I, os alunos são recordados que a violação desta premissa não tem implicações na consistência dos estimadores, tendo, no entanto, consequências ao nível da eficiência e da inferência, tal como acontece com a autocorrelação. Refere-se também que as soluções para ter em conta a presença de heteroscedasticidade assim como os testes para investigar a sua existência, são igualmente similares ao caso de dados seccionais.

Nomeadamente, são recordados os testes Breush-Pagan e White para detetar a presença de heteroscedasticidade e o uso do método dos mínimos quadrados ponderados e de erros padrão robustos, já estudados na Econometria I. São também brevemente discutidos os procedimentos de estimação dos modelos na presença simultânea de heteroscedasticidade e autocorrelação. Para além disso, os alunos são alertados para a não validade dos testes para a heteroscedasticidade na existência de autocorrelação (sendo que existindo autocorrelação se deverá primeiro corrigir esse problema) e dos testes para a autocorrelação na existência de heteroscedasticidade, devendo neste caso efetuar testes para a autocorrelação robustos para a heteroscedasticidade.

O capítulo termina com uma introdução à Heteroscedasticidade Condicionada Auto-regressiva (modelo ARCH). É apresentada a noção de Heteroscedasticidade Condicionada Auto-regressiva, referindo o interesse deste modelo no âmbito do estudo dos mercados financeiros, para análise da volatilidade de variáveis económico-financeiras. É estudada a forma de estimação do modelo na presença de ARCH assim como pode ser testada a sua presença – teste T para o caso do ARCH(1) e teste F ou LM para ordens de ARCH superiores. Salienta-se que a existência Heteroscedasticidade Condicionada Auto-regressiva não afeta as propriedades dos estimadores dos mínimos quadrados, mas que é possível obter estimadores assintoticamente mais eficientes em modelos com regressores fracamente dependentes, estimando o modelo pelo método dos mínimos quadrados ponderados, tendo em consideração a presença de ARCH.

Capítulo IV: Modelos Dinâmicos e Previsão com séries temporais

♦ Objetivos e competências a adquirir

- ✓ Conhecer diversos modelos com desfasamento distribuído infinito e sua estimação.
- ✓ Conhecer e compreender o papel da estacionaridade nas séries temporais.
- ✓ Perceber as propriedades de séries temporais específicas.
- ✓ Saber como detetar séries não estacionárias: Conhecer e perceber a noção de raiz unitária e como aplicar os testes Dickey-Fuller a Dickey-Fuller aumentado.
- ✓ Saber como transformar séries não estacionárias.
- ✓ Conhecer e compreender as noções de regressão espúria e da teoria da cointegração. Saber desenvolver o teste de cointegração de Engle-Granger.
- ✓ Perceber a relação entre cointegração e os modelos com correção de erro.
- ✓ Perceber como efetuar previsões e como escolher o melhor modelo para efeitos de previsão.
- ✓ Conhecer os modelos VAR e sua estimação. Compreender a noção de causalidade à Granger

. **Bibliografia fundamental:** Wooldridge (2020) Caps. 11 (11.3) e 18.

RESUMO: O capítulo 4 do programa começa com a apresentação da noção de modelos com desfasamento infinito, sendo referidos vários tipos de modelos, como o modelo de desfasamento distribuído geométrico (ou de Koyck) e o modelo de desfasamento distribuído racional. É salientada a fundamentação económica destes modelos, apresentando nomeadamente os modelos económicos de ajustamento parcial e de expectativas adaptativas como modelos do tipo Koyck. São enunciadas as hipóteses relativamente ao comportamento de termo erro, nomeadamente as condições que se terão que verificar para a necessária

consistência dos estimadores dos mínimos quadrados. São igualmente discutidas a noção e forma de cálculo das propensões ou multiplicadores de curto e longo prazo nestes modelos.

São depois abordadas as consequências de trabalhar com séries não estacionárias, já afloradas no capítulo II, começando por analisar o processo de como testar a estacionaridade de uma série. É apresentado o teste de raízes unitárias de Dickey-Fuller, assim como o Dickey-Fuller aumentado. Na presença de séries não estacionárias refere-se a necessidade de transformação das mesmas no sentido de as tornar estacionárias, introduzindo a noção de grau de integração das variáveis.

Seguidamente, introduzem-se as noções de regressão espúria e de cointegração. Tratando-se de um curso de primeiro ciclo, foca-se a análise essencialmente na relação de cointegração entre duas séries. São cuidadosamente analisadas as condições para a existência de uma relação de cointegração e apresentados dois testes de cointegração: teste de Engle-Granger e teste de Engle-Granger aumentado. Neste contexto, é especialmente salientada a diferença na estimação de modelos entre variáveis não estacionárias e não cointegradas e de modelos com variáveis não estacionárias mas cointegradas.

Este ponto do capítulo termina com a apresentação do modelo corretor do erro e a sua relação com a existência de cointegração. Destaca-se que no caso de existência de cointegração a relação de curto prazo pode ser exprimida através do modelo corretor do erro e discute-se a

interpretação dos coeficientes deste modelo. Analisa-se igualmente o processo de estimação do modelo corretor do erro.

A finalizar este capítulo, é abordada a previsão em séries temporais, sendo salientada a diferença entre as duas aplicações do uso de séries temporais: previsão e estimação de efeitos causais. São analisados os tipos de modelos usados para previsão, a previsão um passo à frente e vários passos à frente, previsão pontual e intervalo de previsão, comparação dos modelos para efeitos de previsão. No âmbito dos tipos de modelos a utilizar para previsão, são apresentados os Modelos VAR, sendo explicada a noção de causalidade à Granger. Para comparação da capacidade preditiva dos modelos são apresentados critérios fora da amostra: o critério do erro quadrado médio e o critério do erro absoluto médio.

Capítulo V: Modelos de Escolha Binária

♦ Objetivos e competências a adquirir

- ✓ Perceber a utilidade e aplicação de modelos com variável dependente binária
- ✓ Perceber o modelo linear de probabilidade e as suas limitações
- ✓ Identificar e compreender os modelos Logit e Probit
- ✓ Perceber a interpretação dos coeficientes e como calcular efeitos marginais
- ✓ Saber como efetuar previsões com modelos de escolha binária
- ✓ Saber como estimar modelos logit e probit
- ✓ Compreender a essência do Método da Máxima Verosimilhança
- ✓ Conhecer e aplicar testes assintóticos
- ✓ Saber implementar *software* adequado para estimar modelos Logit e Probit

. **Bibliografia fundamental:** Wooldridge (2020), Cap. 7.5., Cap. 17.

RESUMO: Neste ponto do programa retoma-se a análise de dados seccionais com o estudo dos modelos de escolha binária. Há a preocupação que os alunos entendam a utilidade dos modelos com variável dependente discreta e a necessidade de usarem metodologias específicas para a sua estimação, para além do método dos mínimos quadrados. Inicialmente é apresentado o modelo linear de probabilidade e discute-se a interpretação dos coeficientes estimados. Salientam-se de seguida as suas limitações (relação linear entre a probabilidade e as variáveis explicativas e possibilidade de previsões fora do intervalo 0 -1) e problemas de estimação (heteroscedasticidade, não normalidade da variável erro).

De seguida, são apresentados os dois modelos alternativos: Logit e Probit, explicando as suas vantagens relativamente ao modelo linear. Sendo que estes modelos são não lineares, apresenta-se o método da máxima verosimilhança para a sua estimação. Começa-se por explicar a essência do método da máxima verosimilhança em geral, para depois o aplicar no caso destes modelos em concreto. As propriedades dos estimadores são discutidas e analisada a questão da inferência. Neste último caso, são apresentados testes assintóticos para testar a significância global dos modelos, um conjunto de variáveis ou de uma única variável. De facto, enquanto na UC de Econometria I os alunos tomam conhecimento da estatística do multiplicador de Lagrange, aqui são igualmente apresentados outros testes assintóticos: a estatística de Wald e a estatística da razão de verosimilhanças (LR).

A interpretação das estimativas dos modelos Logit e Probit, a forma de estimação dos efeitos marginais das variáveis explicativas na probabilidade de um evento acontecer assim como cálculo de previsões são apresentadas em detalhe. São também discutidos os procedimentos a adotar para comparar modelos alternativos. Nomeadamente, para além da comparação do valor da Verosimilhança, é referido como critério possível de comparação de modelos a percentagem de previsões corretas. É igualmente dada a noção de pseudo-r².

Capítulo VI: Dados agrupados e de painel

♦ Objetivos e competências a adquirir

- ✓ Distinguir dados agrupados e dados de painel.
- ✓ Perceber as vantagens e problemas de estimação com dados agrupados
- ✓ Conhecer e compreender as vantagens de usar dados de painel.
- ✓ Saber distinguir os modelos básicos de estimação de dados de painel.
- ✓ Conhecer e perceber as hipóteses dos diferentes modelos e as propriedades dos estimadores.
- ✓ Saber como testar efeitos de políticas económicas no contexto de dados agrupados e de painel pela metodologia das diferenças das diferenças
- ✓ Saber como organizar dados em painel para efeitos de estimação
- ✓ Saber como usar *software* adequado para estimar modelos com dados de painel.

. **Bibliografia fundamental:** Wooldridge (2020) Caps. 13 e 14

RESUMO: Pretende-se que o aluno esteja familiarizado com os procedimentos para estimar modelos em que, por um lado, existem duas ou mais amostras aleatórias em momentos

diferentes no tempo e em que por outro lado existem observações repetidas para o mesmo indivíduo/empresa/região ao longo do tempo. Começam-se por abordar as vantagens e eventuais problemas da estimação com dados agrupados (ou seja em situações em que existem duas ou mais amostras aleatórias em diferentes momentos do tempo). Em concreto, são analisadas as possibilidades de analisar o impacto da introdução de novas políticas, através do estimador de diferenças nas diferenças.

Seguidamente, são abordados os dados em painel, começando por motivar os alunos para as vantagens da sua utilização, salientando nomeadamente a possibilidade de evitar problemas de inconsistência dos estimadores que possam advir da correlação entre fatores não observáveis fixos ao longo do tempo e as variáveis explicativas, quer pela utilização do estimador das primeiras diferenças quer do estimador de efeitos fixos. As semelhanças e as diferenças entre estes dois métodos são discutidas. É referido que apesar das vantagens neste tipo de modelo, os regressores constantes ao longo do tempo são removidos da equação, não podendo, portanto, ser analisado seu impacto no comportamento da variável dependente. Finalmente, é apresentado o modelo de efeitos aleatórios, explicando as diferenças relativamente à abordagem dos efeitos fixos e a necessidade de usar o método dos mínimos quadrados generalizados para obtenção de estimadores consistentes e eficientes.

O aluno deverá igualmente saber distinguir o modelo de efeitos fixos do modelo de efeitos aleatórios, as hipóteses de cada um dos modelos e respetivas propriedades. No sentido de perceber qual o melhor modelo a adotar é apresentado o teste de Hausman. Finalmente, é

transmitido aos alunos que em todos os modelos se terá que assumir a independência entre o chamado erro idiossincrático e as variáveis explicativas, para a consistência dos estimadores, para além da necessidade de assumir ausência de heteroscedasticidade e de autocorrelação (no caso de painéis com mais de dois períodos) para que os estimadores sejam eficientes. Embora não sejam abordados testes para a presença de heteroscedasticidade e/ou autocorrelação no contexto de dados de painel, é referida a possibilidade de aplicar erros padrão robustos para a heteroscedasticidade e para a correlação dentro de cada grupo. A forma de organização dos dados para a estimação destes modelos também merece especial atenção.

Capítulo VII: Regressão com variáveis instrumentais

♦ Objetivos e competências a adquirir

- ✓ Perceber o conceito, as causas e consequências da endogeneidade.
- ✓ Conhecer as consequências da escolha de más variáveis instrumentais.
- ✓ Conhecer e aplicar os métodos de estimação adequados na presença de endogeneidade: método das variáveis instrumentais e/ou o método dos mínimos quadrados em dois passos.
- ✓ Capacidade de testar a presença de endogeneidade
- ✓ Saber efetuar o teste de sobreidentificação e testar a condição de identificação.
- ✓ Saber usar *software* adequado para testar a endogeneidade, a sobreidentificação assim como estimar modelos com a abordagem de variáveis instrumentais

. **Bibliografia fundamental:** Wooldridge (2020) Caps. 9 (9.3) e 15

RESUMO: Neste capítulo começa-se por apresentar diversas situações em que pode ocorrer a presença de variáveis explicativas endógenas, nomeadamente no caso de variáveis explicativas omissas, na utilização de variáveis *proxy* assim no caso de variáveis medidas com erro. As consequências da existência de regressores endógenos nas propriedades dos estimadores dos mínimos quadrados são recordadas e discute-se a utilidade da estimação com variáveis instrumentais.

Introduz-se a noção de variável instrumental, especificando as duas condições para a existência de uma boa variável instrumental: ausência de correlação com o termo erro e correlação com a variável endógena do modelo. O método das variáveis instrumentais é primeiro apresentado num contexto de um modelo de regressão simples, sendo depois a análise generalizada ao caso da regressão múltipla. Introduz-se as noções de forma estrutural e de forma reduzida do modelo. Em primeiro lugar, é analisada a situação de existência de identificação exata (número de variáveis endógenas igual ao número de variáveis instrumentais) e discutem-se as formas de verificação da existência de boas variáveis instrumentais. No contexto de identificação exata, salienta-se a impossibilidade de testar a ausência de correlação entre a possível variável instrumental e o termo erro do modelo. São depois discutidas as propriedades do estimador de variáveis instrumentais em comparação com o estimador dos mínimos quadrados, assim como a inferência. São igualmente analisadas as consequências da estimação com variáveis instrumentais fracas e com variáveis instrumentais endógenas.

De seguida, é analisada a situação de sobreidentificação (quando existem mais variáveis instrumentais do que variáveis explicativas endógenas), com a estimação pelo método dos mínimos quadrados em dois passos. Questões relacionadas com possíveis problemas de multicolinearidade na utilização deste método são também afloradas.

É novamente discutida a forma de verificação dos pressupostos para a existência de variáveis instrumentais, salientando que, ao contrário da identificação exata, é agora possível testar as duas condições. Para tal, é apresentado o teste de restrições de sobreidentificação, para testar a exogenidade das variáveis instrumentais. Finalmente, este capítulo termina com a apresentação do teste de endogeneidade para poder verificar a necessidade de usar a abordagem de variáveis instrumentais. Destaca-se a importância de testar a endogeneidade tendo em atenção que sem endogeneidade o estimador dos mínimos quadrados será consistente e eficiente enquanto o estimador de variáveis instrumentais será apenas consistente. Ao longo das aulas são discutidas em termos teóricos e práticos a aplicação dos conceitos e técnicas quer a dados seccionais, quer a séries temporais.

Capítulo VIII: Modelos de equações simultâneas

♦ Objetivos e competências a adquirir

- ✓ Conhecer e perceber o conceito de um modelo de equações simultâneas.
- ✓ Saber distinguir variáveis endógenas de variáveis exógenas e variáveis predeterminadas.
- ✓ Conhecer e compreender a forma estrutural e reduzida do modelo.

- ✓ Perceber o enviesamento do estimador dos mínimos quadrados do modelo de equações simultâneas na forma estrutural.
- ✓ Conhecer e perceber o problema da identificação, assim como as regras de identificação.
- ✓ Saber distinguir entre identificação exata e sobreidentificação.
- ✓ Conhecer e aplicar os métodos de estimação da forma estrutural.

.Bibliografia fundamental: Wooldridge (2020) Cap. 16

RESUMO: Este último capítulo do programa começa por analisar em que consistem os modelos de equações simultâneas, apresentando a classificação das variáveis (endógenas, exógenas e pré-determinadas) dos modelos, distinguindo entre a forma estrutural e a forma reduzida. Para tal, são apresentados vários modelos económicos do conhecimento dos alunos, como o modelo de oferta-procura ou o modelo Keynesiano de determinação do rendimento. Seguidamente, discute-se a possibilidade de estimação destes modelos pelo método dos mínimos quadrados, demonstrando o enviesamento e inconsistência da estimação da forma estrutural e a consistência da estimação da forma reduzida. A questão fundamental da identificação é depois analisada, primeiro num contexto de modelos com duas equações e depois em modelos com mais do que duas equações. São apresentadas as regras de identificação: a condição necessária e suficiente de identificação (ou condição característica) e a condição necessária (ou condição de ordem). O capítulo termina com o estudo dos métodos de estimação da forma estrutural em situações de identificação exata e de sobre-identificação. No primeiro caso, discute-se o método indireto dos mínimos quadrados e a sua interpretação enquanto método de variáveis instrumentais. No último caso é analisado o método dos mínimos quadrados em dois passos, já abordado no âmbito do capítulo anterior.

5. ASPECTOS METODOLÓGICOS E PEDAGÓGICOS

5.1. Metodologia e Organização das sessões letivas

A unidade curricular de Econometria II, tal como acontece em Econometria I, está organizada em duas sessões teórico-práticas por semana, com duas horas cada. Cada semestre letivo compreende um total de 60 horas de sessões presenciais. Para além disso, estão igualmente previstas 9 horas de contacto, que deverão servir para esclarecimento de dúvidas e também de apoio no desenvolvimento do projeto por parte dos alunos (ver quadro I com a repartição do tempo de trabalho). Um dos objetivos do apoio tutorial é dar a oportunidade aos alunos de poder levantar questões acerca de tópicos que considerem difíceis ou sobre problemas que possam ter encontrado no seu processo de estudo.

As sessões teórico-práticas decorrem em sala dotada com equipamentos informáticos e *software* adequado. Dada a necessidade da utilização de computador e a dimensão das salas disponíveis as turmas são normalmente compostas por cerca de 30 alunos.

Quadro I - Tempo de trabalho total da Unidade Curricular (Repartição das horas)

| Tipo | Número de Horas |
|------------------------------------------------|------------------------|
| Sessões Teórico-Práticas | 60 |
| Tutoria e outras (Acompanhamento dos Projetos) | 9 |
| Total Trabalho acompanhado | 69 |
| Total de Trabalho Autónomo | 87 |
| Total de horas de Trabalho (6 ECTS) | 156 |

As sessões teórico-práticas (aulas) são organizadas combinando a teoria com a realização de exercícios de cariz prático e teórico para consolidação de conhecimentos. Pretende-se estabelecer um equilíbrio entre o tempo destinado à exposição teórica das matérias e o tempo que poderá ser utilizado para resolução e discussão de aplicações práticas. Este equilíbrio é, em nossa opinião, importante já que a exemplificação empírica sistemática é essencial à boa compreensão dos conceitos e das metodologias expostas. Apresenta-se no quadro II uma previsão da distribuição das horas das sessões letivas pelos diferentes pontos do programa.

Nas sessões letivas procura-se, sempre que possível, iniciar com a exposição dos modelos e técnicas econométricas em termos teóricos, embora referindo exemplos relevantes em que os conceitos e métodos são aplicados. Na verdade, especialmente ao nível introdutório, a apresentação de aplicações interessantes é importante para motivar a teoria. Para além disso, na apresentação dos conceitos e métodos, os instrumentos/ferramentas matemáticos e estatísticas avançadas serão tanto quanto possível evitadas. Embora os métodos econométricos modernos sejam baseados num conjunto de conceitos e resultados estatísticos avançados, o ênfase do curso será sobretudo nos métodos aplicados e não na teoria econométrica. Com efeito, pela experiência de lecionação de econometria, conclui-se que uma abordagem mais matemática não significa necessariamente uma maior compreensão por parte dos alunos. No entanto, sempre que considerado necessário à melhor compreensão do problema em análise, alguns resultados são demonstrados analiticamente.

Quadro II *Plano Indicativo de Afetação das Horas Letivas aos Temas Propostos*

| Sessão letiva | Capítulos do Programa | Duração Prevista (Horas) |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| | I. INTRODUÇÃO | |
| 1 | Apresentação. I. Introdução 1.1. Objetivos e metodologia 1.2. Tipos de dados e modelos 1.3. Estrutura de um projeto empírico | 2 |
| | II. Fundamentos do modelo de regressão linear com séries temporais | |
| 2 | 2.1. Tipos de modelos 2.2. Premissas do modelo e propriedades dos estimadores dos mínimos quadrados 2.3 Inferência e análise de especificação | 2 |
| 3 | 2.4. Tendência e sazonalidade | 2 |
| 4 | 2.5. Séries estacionárias e não estacionárias 2.6. Propriedades assintóticas dos estimadores dos mínimos quadrados | 2 |
| | III. Autocorrelação e heteroscedasticidade em séries temporais | |
| 5 | 3.1. Propriedades dos estimadores dos mínimos quadrados com autocorrelação 3.2. Testes para a autocorrelação | 2 |
| 6 | 3.3. Modelos dinamicamente completos 3.4. Método dos mínimos quadrados generalizados | 2 |
| 7 | 3.5 Heteroscedasticidade em modelos de séries temporais 3.6.Heteroscedasticidade condicionada auto-regressiva | 2 |
| | IV. Modelos dinâmicos e previsão com séries temporais | |
| 8 | 4.1. Modelos com desfasamento distribuído infinito 4.1.1.Modelo com desfasamentos distribuídos geométricos 4.1.2.Modelo com desfasamentos distribuídos racionais | 2 |
| 9-10 | 4.2. Estacionaridade e testes de raízes unitárias 4.3. Não estacionaridade e cointegração 4.3.1. Variáveis integradas e regressão espúria 4.3.2. Cointegração e modelo com mecanismo de correção de erros | 4 |
| 11-12 | 4.4. Previsão | 4 |

Quadro II (cont.) *Plano Indicativo de Afetação das Horas Letivas aos Temas Propostos*

| Sessão letiva | Capítulos do Programa | Duração Prevista (Horas) |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| | V. Modelos de Escolha binária | |
| 13 | 5.1. Modelo Linear de Probabilidade | 2 |
| 14-16 | 5.2. Especificação dos modelos Logit e Probit 5.3. Estimação e inferência nos modelos Logit e Probit: Método da máxima verossimilhança e testes assintóticos | 6 |
| 17 | Preparação para a primeira prova de avaliação: Revisões e esclarecimento de dúvidas | 2 |
| 18 | 1ª Prova escrita de Avaliação continua | 2 |
| | VI. Dados agrupados e de painel | |
| 19 | 6.1. Agrupamento de dados seccionais no tempo | 2 |
| 20 -21 | 6.2. O modelo de efeitos fixos 6.3. O modelo de efeitos aleatórios | 4 |
| | VII. Regressão com variáveis instrumentais | |
| 22 -23 | 7.1. Motivação: omissão de variáveis e erros de medição 7.2. Estimação e inferência com variáveis instrumentais | 4 |
| 24 | 7.3. Mínimos Quadrados em dois passos | 2 |
| 25 | 7.4 Testes de endogeneidade e de restrições de sobre-identificação | 2 |
| | VIII. Modelos de equações simultâneas | |
| 26 | 8.1. Classificação das variáveis e dos modelos 8.2. Estimação da forma reduzida do modelo 8.3. Inconsistência do estimador dos mínimos quadrados para a forma estrutural 8.4. O problema da identificação : modelos com duas equações | 2 |
| 27-28 | 8.4. O problema da identificação : modelos com mais de duas equações 8.5 Estimação da forma estrutural do modelo | 4 |
| 29 | Apresentação e discussão dos projetos | 2 |
| 30 | Preparação para as provas de avaliação: Revisões e esclarecimento de dúvidas | 2 |

À exposição de conceitos e princípios, segue-se a aprendizagem e a exploração de métodos e técnicas de aplicação dos mesmos, propostos pelos docentes ou suscitados pelos alunos, quer de natureza prática quer teórica. São disponibilizados vários tipos de exercícios, que são, na sua maioria, adaptações de exercícios propostos por J. Wooldridge no seu livro, mas incluem-se igualmente exercícios de provas de avaliação anteriores e outros da autoria da equipa de

docentes da UC². Um primeiro tipo de exercícios tem como objetivo primordial a discussão de conceitos e técnicas. Um outro tipo de exercícios tem como objetivo promover a aplicação dos fundamentos teóricos a problemas económicos concretos.

Deste modo, relativamente a todas as matérias estudadas serão resolvidos exercícios práticos no computador usando *software* adequado. Até ao momento foi privilegiada a utilização do *software Stata* à disposição dos alunos nas salas de aulas. No entanto, pelo facto dos alunos não terem acesso de forma generalizada ao *Stata* fora das instalações da Universidade, em anos recentes foi sugerido aos alunos como alternativa, para o estudo individual e eventual realização do projeto, *software* de acesso livre como o *R* ou o *Gtrel*, o que tem acontecido esporadicamente por parte de alguns alunos. Em função da experiência adquirida, propõe-se agora, para além do *Stata*, o uso de outro *software* de acesso livre em sala de aula, proporcionando aos alunos a aprendizagem de mais um *software*. Evidentemente esta deverá ser uma opção a ser seguida logo na UC de Econometria I.

Sempre que possível, é dada a oportunidade aos estudantes de usar dados reais de natureza económica e social. São igualmente disponibilizados exercícios suplementares para resolução por parte dos alunos no seu trabalho autónomo. Os alunos são incentivados a rever a matéria teórica e resolver esses exercícios de forma regular no sentido de aumentar as probabilidades de sucesso na unidade curricular.

² Em anexo são disponibilizados alguns exemplos desses exercícios.

Saliente-se, igualmente, que em qualquer das situações, procurar-se-á que os alunos participem ativa e interessadamente no processo de ensino/aprendizagem, estimulando a intervenção dos alunos e a reflexão crítica sobre as matérias abordadas. Quer na unidade curricular de Econometria I, quer sobretudo na de Econometria II, incentivam-se os alunos no sentido de criticar os resultados obtidos, discutir a validade dos pressupostos e reconhecer as limitações quer dos modelos econométricos quer dos modelos económicos de base.

Relativamente aos recursos pedagógicos usados, salienta-se igualmente o uso das tecnologias da informação. Uma das mudanças mais relevantes dos últimos anos é a facilidade introduzida por estas tecnologias para a circulação da informação, embora coloque novos desafios ao papel do docente. Recorrendo à plataforma de *elearning*-Moodle da Universidade de Évora é criada uma página disponível a partir do portal da Universidade e à qual têm acesso todos os estudantes inscritos. Este é um espaço de trabalho virtual de interação entre os estudantes e os docentes assim como entre os estudantes entre si. Por parte dos docentes, nesta página são disponibilizados todos os materiais necessários ao trabalho na UC, nomeadamente o programa, bibliografia, enunciados dos exercícios, ficheiros com dados a usar na resolução de exercícios através do *software stata* (ou *outro*), para além da resolução de um conjunto de exercícios selecionados. É também usada para circulação de informação importante e de procura de esclarecimentos por parte dos alunos, assim como pode ser um espaço de discussão de temáticas analisadas nas sessões letivas.

Em conformidade com o Regulamento académico, exige-se aos alunos a presença em, pelo menos, 75% das sessões efetivamente lecionadas. Estão, no entanto, previstas exceções para os alunos com estatuto de trabalhador-estudante. De facto, considera-se altamente recomendável que os alunos acompanhem as sessões letivas com regularidade e que, além disso, dediquem algum do seu tempo extra-letivo, desde o início, ao estudo individual e/ou de grupo das matérias que forem sendo abordadas, uma vez que a presente unidade curricular faz apelo a um conjunto bastante alargado de conhecimentos que, mais do que memorizar, é necessário integrar e interiorizar. Esta recomendação é transmitida aos alunos no início e ao longo do semestre letivo. De referir, que tem sido notório que existe nesta unidade curricular, assim como na econometria I, uma grande correlação entre a assistência às aulas e o sucesso no final do semestre.

5.2. Avaliação de Conhecimentos

O atual Regulamento Académico da Universidade de Évora prevê dois regimes de avaliação possíveis: Avaliação Contínua e Avaliação por Exame Final. No caso da Avaliação por Exame Final os alunos deverão realizar uma (ou mais) prova(s) de exame no final do semestre após o término das aulas. A avaliação contínua pressupõe a realização de várias provas ao longo do semestre, sendo que uma das provas de avaliação poderá ser realizada no período do calendário escolar previsto para a realização dos exames. Dada a natureza da unidade curricular, incentivam-se os alunos a optar pelo regime de avaliação contínua.

Regime de Avaliação Contínua

No regime de **Avaliação Contínua** propõe-se a realização de duas provas escritas e de um projeto, cuja calendarização e respetivo peso na classificação final constam do quadro III. A calendarização das provas segue o que tem sido norma na avaliação desta UC. Já no que respeita ao peso das diferentes provas na nota final, até ao ano letivo mais recente seguiu-se a opção de uma contribuição igual de todas as provas. No entanto, dada a importância que consideramos que o projeto tem para o processo de aprendizagem, sugere-se aqui uma reponderação no peso de cada um dos elementos de avaliação, aumentando o peso do projeto na classificação final.

Quadro III - Avaliação contínua

| Tipo de prova | Peso | Datas |
|----------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projeto | 40% | Proposta: semana 5 Plano: semana 9 Entrega: semana 13 Discussão: semana 15 |
| 1ª Prova escrita | 30% | Semana 7 |
| 2ª Prova escrita | 30% | Após o final das sessões letivas, no período previsto no calendário escolar e a marcar pelos Diretores de Curso |

As **provas escritas** são de natureza individual e presencial tendo como objetivo avaliar a aquisição e compreensão de conhecimentos ao nível dos conceitos e metodologias assim como a capacidade de análise e de interpretação. Têm duração máxima de 90 minutos cada e decorrem sem recurso a consulta de quaisquer elementos, à exceção de um formulário fornecido pelos docentes com as principais fórmulas dos estimadores e testes necessários,

assim como das tabelas das distribuições estatísticas necessárias para efetuar os testes estatísticos³.

O Projeto

O projeto é um elemento essencial nesta unidade curricular e que se pretende que os alunos comecem a planear o mais cedo possível. Os alunos deverão propor um tema a abordar, construir o modelo a ser estimado, recolher os dados necessários, proceder a análise de diagnóstico do modelo, e reportar os resultados junto com os dados usados. Desta forma, o projeto avalia a capacidade de relacionamento da teoria com a prática, da capacidade de utilização de *software* adequado e de interpretação de resultados. É igualmente um elemento importante para o desenvolvimento de competências ao nível da capacidade de trabalho de grupo e de comunicação oral.

O projeto é realizado em grupo (no máximo quatro elementos), sendo constituído por quatro fases: (i) *proposta*: consiste numa ou duas folhas A4 com o tema proposto, questões a responder, fontes dos dados, e alguma bibliografia relacionada; (ii) *plano*: quatro a cinco folhas com o tema definitivo, indicação da metodologia a usar, bibliografia e a descrição e análise preliminar dos dados (os dados deverão ser entregues aos docentes); (iii) *entrega final do trabalho*; (iv) *discussão*: apresentação oral do projeto e discussão com os docentes. Após a entrega quer da proposta de tema a desenvolver quer do plano, os mesmos são avaliados pela

³ Exemplos das provas de avaliação e exames são apresentados em anexo.

equipa docente, havendo lugar à realização de reuniões entre os docentes e os vários grupos de trabalho, no sentido de esclarecer eventuais dúvidas ou lacunas e fazer sugestões para o melhor desenvolvimento do trabalho. Ao longo do semestre existe um acompanhamento regular dos docentes relativamente ao desenvolvimento dos projetos. A classificação final do Projeto resultará da apreciação do desempenho do grupo nas diferentes fases do mesmo.

Neste Regime de Avaliação contínua, terá **aprovação** na unidade curricular o aluno que preencher a totalidade dos seguintes requisitos:

- (a) Presença em pelo menos 75% das sessões de ensino de natureza coletiva;
- (b) Classificação igual ou superior a 7 valores em qualquer das provas escritas e no projeto;
- (c) Média ponderada igual ou superior a 10 valores no conjunto dos elementos de avaliação.

A. Regime de Avaliação por Exame Final

Para os alunos que optarem pelo regime de **Avaliação por Exame Final** propõe-se a realização de uma prova escrita, na época de exames normal ou de recurso, com duração de duas horas (com o peso de 100%). Para além disso, dada a importância do projeto para a aquisição de diversas competências e melhor compreensão das matérias lecionadas, e o facto de muitos alunos desistirem da sua realização bastante cedo por o mesmo não ser considerado para o exame, propõe-se neste relatório a possibilidade do projeto ser considerado para a classificação final da prova de exame. Na verdade, nos últimos anos tem vindo a diminuir o número de alunos que realiza todas as provas de avaliação contínua, sendo, portanto, cada

vez menor a percentagem de alunos que de facto realiza o projeto. Desta forma, para os alunos que tenham realizado o projeto propõe-se que este seja considerado com o peso de 20% no total da nota (se tal favorecer o aluno) para além da realização da prova escrita com o peso de 80%.

Consideram-se aprovados os alunos que obtiverem nota igual ou superior a 10 valores. Poderão realizar a prova de Exame de época normal apenas os alunos que assistam a pelo menos 75% das sessões de ensino de natureza coletiva ou que tenham o estatuto de **trabalhador-estudante**.

Refira-se, igualmente, que o regulamento em vigor prevê a possibilidade de realização de um exame de época especial e também em época extraordinária, fundamentalmente destinados a estudantes que se encontram em fase de conclusão do curso – menos de 3 unidades curriculares no primeiro caso e apenas uma no segundo caso.

B. Resultados

Tendo sido apresentados as provas e os critérios da avaliação de conhecimentos, é importante referir a evolução da participação e das taxas de aprovação na unidade curricular. A breve análise centra-se a partir do ano letivo de 2016-2017, quando os primeiros alunos da licenciatura em Matemática Aplicada à Economia e à Gestão se inscreveram em Econometria II, permitindo a comparação entre os dois cursos. Em termos gerais, podemos assinalar que

na maior parte dos anos considerados a taxa participação no processo de avaliação e a taxa de sucesso dos alunos de licenciatura em Matemática Aplicada à Economia e à Gestão (MAEG) foi superior aos da licenciatura em Economia (ECN).

O período considerado fica marcado pelo surgimento da pandemia no início do ano 2020 e que pelas implicações que teve ao nível da lecionação, presença nas aulas e nas provas de avaliação certamente condicionou a participação e o sucesso dos alunos em geral em todas as unidades curriculares e cujos efeitos acreditamos ainda se fazem sentir.

Pela análise do quadro IV, não parece terem havido impactos negativos imediatos ao nível da percentagem dos alunos que participam no processo de avaliação. No entanto, no ano de 2021-2022 é evidente uma clara diminuição nesse indicador, sendo que neste ano letivo as aulas já decorreram com normalidade. Após 2019-2020, verifica-se igualmente uma diminuição importante na percentagem de alunos que realiza todas as provas de avaliação contínua e muito em especial no ano letivo de 2021-2022. No que respeita à taxa de aprovação, também existe uma redução substancial no último ano analisado, em particular no caso do curso de economia.

Refira-se, igualmente, que desde 2019-2020 tem aumentado de forma expressiva o número de alunos que realizam a UC na época especial. Em plena pandemia, foi inclusive dada a todos os alunos a possibilidade de efetuar exames na época especial o que contribuiu para esse aumento. Em 2021-2022, em que a taxa de participação no processo de avaliação em época

normal e de recurso foi a mais baixa de sempre, cerca de 20% dos alunos realizaram exame na época especial (a maioria de economia), com uma taxa de sucesso elevada. Isso implicou que a taxa de sucesso final da UC (considerando o exame de época especial) passou a ser de 72,5% para MAEG e de 77,5% para Economia.

Desde o início da pandemia foi igualmente evidente uma menor assistência às aulas por parte dos alunos o que pensamos condiciona de forma significativa os resultados na UC.

Quadro IV *Evolução da Taxa de Sucesso do Processo de Avaliação em Época Normal e de Recurso*

| Ano Letivo | Avaliados/Inscritos (%) | | | % Com Todas as Provas de Avaliação Contínua | | | Taxa de Sucesso dos Avaliados | | |
|------------|-------------------------|-----|------|---------------------------------------------|-----|------|-------------------------------|-----|------|
| | total | ECN | MAEG | total | ECN | MAEG | total | ECN | MAEG |
| 2016-2017 | 70 | 60 | 100* | 53 | 46 | 100* | 80 | 77 | 100* |
| 2017-2018 | 77 | 74 | 85 | 39 | 32 | 55 | 75 | 68 | 82 |
| 2018-2019 | 77 | 70 | 91 | 50 | 46 | 62 | 84 | 86 | 76 |
| 2019-2020 | 85 | 80 | 91 | 51 | 41 | 65 | 71 | 70 | 71 |
| 2020-2021 | 88 | 80 | 97 | 37 | 28 | 46 | 73 | 64 | 81 |
| 2021-2022 | 60 | 53 | 71 | 28 | 15 | 44 | 58 | 50 | 70 |

Nota: * número reduzido de alunos

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório apresentou os objetivos, conteúdos e metodologias da unidade curricular de Econometria II, que refletem a visão e a experiência da candidata na sua lecionação ao longo dos anos, assim como a reflexão agora efetuada aquando da sua realização.

Refira-se que obviamente os conteúdos e métodos da unidade curricular são igualmente condicionados pela forma como a Econometria II (e também a Econometria I) se inserem no plano curricular das duas licenciaturas às quais é lecionada, e logo, dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Embora as opções relativamente ao ensino da econometria não sejam uniformes em todas as Universidades em que a Licenciatura em Economia e a Licenciatura em Matemática Aplicada à Economia e à Gestão são oferecidas, pela informação disponível, podemos dizer que não existem diferenças fundamentais relativamente aos tópicos principais abordados no que concerne às Universidades em que se opta por duas unidades curriculares de econometria. O livro adotado como de base, também aparece como referência na maior parte das universidades, embora nem sempre seja o livro considerado como fundamental. Da informação disponível *online*, parece que a maior diferença reside na forma de avaliação contínua, em que não aparenta ser comum a opção pela realização de um projeto empírico por parte dos alunos.

Relativamente ao que até agora tem sido lecionado nesta unidade curricular, resultou desta maior reflexão sobre a mesma, a proposta de algumas alterações ao programa, processo de lecionação e processo de avaliação. Concretamente, propõe-se uma alteração na ordem de apresentação das matérias e sugere-se como mais adequado o uso de um segundo software (de acesso livre) nas aulas para além do que tem sido utilizado. Finalmente, sugerem-se alterações no processo de avaliação no sentido de dar uma maior importância ao projeto quer no âmbito da avaliação contínua, quer no regime de exame. Sendo assim, a autora considera que a realização deste relatório se revelou como útil para a lecionação futura da unidade curricular.

ANEXOS

A. Programas das unidades curriculares Econometria I e Econometria II

ECONOMETRIA I (ano letivo 2022-2023)

1. INTRODUÇÃO

- 1.1. Objetivos e Metodologia da Econometria
- 1.2. Tipos de Dados

2. MODELO DE REGRESSÃO LINEAR SIMPLES COM DADOS SECCIONAIS

- 2.1. Especificação do Modelo de Regressão Linear Simples
- 2.2. Estimação dos Parâmetros: Método dos Mínimos Quadrados
- 2.3. Valores Esperados, Variâncias e Propriedades dos Estimadores

3. REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA COM DADOS SECCIONAIS

- 3.1. Apresentação do Modelo de Regressão Linear Múltipla
- 3.2. Estimação dos Parâmetros pelo Método dos Mínimos Quadrados
- 3.3. Forma Funcional e Transformação de Variáveis
- 3.4. Efeitos de Alterações nas Unidades de Medida
- 3.5. Valores Esperados, Variâncias e Propriedades dos Estimadores
- 3.6. Multicolinearidade
- 3.7. Inferência
 - 3.7.1. Intervalos de Confiança e Testes de Hipóteses sobre Coeficientes Individuais
 - 3.7.2. Testes de Restrições Lineares sobre os Coeficientes
 - 3.7.3. Análise de Variância e Ajustamento Global do Modelo
- 3.8. Previsão

4. OUTROS TÓPICOS DE REGRESSÃO LINEAR

- 4.1. Análise de Especificação
 - 4.1.1. Seleção de Regressores: Efeitos no Enviesamento e Eficiência
 - 4.1.2. Forma Funcional e Teste RESET
 - 4.1.3. Testes e Critérios de Seleção para Modelos Não Encaixados
- 4.2. Regressão com Variáveis Independentes Qualitativas
 - 4.2.1. Uma só Variável Binária, Categorias Múltiplas e Interações
 - 4.2.2. Testes para a Mudança Estrutural
- 4.3. Notas sobre Teoria Assintótica
 - 4.3.1. Propriedades Assintóticas dos Estimadores dos Mínimos Quadrados
 - 4.3.2. Testes Assintóticos

5. HETEROSCEDASTICIDADE

- 5.1. Propriedades dos Estimadores dos Mínimos Quadrados
- 5.2. Estimação do Modelo na Presença de Heteroscedasticidade
 - 5.2.1. Mínimos Quadrados com Inferência Robusta
 - 5.2.2. Mínimos Quadrados Ponderados
- 5.3. Testes para a Heteroscedasticidade

ECONOMETRIA II

(ano letivo 2023-2024)

INTRODUÇÃO

- i.1 Objetivos e metodologia
- i.2 Tipos de dados e modelos
- i.3 Estrutura de um projeto empírico

1. MODELOS DE ESCOLHA BINÁRIA

- 1.1. Modelo probabilístico linear
- 1.2. Método da máxima verossimilhança: estimação e inferência
- 1.3. Modelos logit e probit

2. FUNDAMENTOS DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR COM SÉRIES TEMPORAIS

- 2.1. Tipos de modelos
- 2.2. Premissas do modelo e propriedades dos estimadores dos mínimos quadrados
- 2.3. Inferência e análise de especificação
- 2.4. Tendência e sazonalidade
- 2.5. Séries estacionárias e não estacionárias
- 2.6. Propriedades assintóticas dos estimadores dos mínimos quadrados

3. AUTOCORRELAÇÃO E HETEROSCEDASTICIDADE EM SÉRIES TEMPORAIS

- 3.1. Propriedades dos estimadores dos mínimos quadrados com autocorrelação
- 3.2. Testes para a autocorrelação
- 3.3. Método dos mínimos quadrados generalizados
- 3.4. Modelos dinamicamente completos
- 3.5. Heteroscedasticidade em modelos de séries temporais
- 3.6. Heteroscedasticidade condicionada auto-regressiva

4. MODELOS DINÂMICOS E PREVISÃO

- 4.1. Modelos com desfasamento distribuído infinito
- 4.2. Estacionariedade e testes de raízes unitárias
- 4.3. Regressão espúria e cointegração
- 4.4. Previsão

5. DADOS DE PAINEL

- 5.1. Agrupamento de dados seccionais no tempo
- 5.2. O modelo de efeitos fixos
- 5.3. O modelo de efeitos aleatórios

6. REGRESSÃO COM VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS

- 6.1. Motivação: omissão de variáveis e erros de medida
- 6.2. Estimação e inferência com variáveis instrumentais
- 6.3. Mínimos quadrados em dois passos
- 6.4. Testes de endogeneidade e de restrições de sobreidentificação

7. MODELOS DE EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS

- 7.1. Classificação das variáveis e dos modelos
- 7.2. A forma reduzida do modelo e sua estimação
- 7.3. O problema da identificação
- 7.4. Estimação da forma estrutural do modelo: mínimos quadrados em dois passos
- 7.5. Equações simultâneas com séries temporais e com dados de painel

B. Exemplos de exercícios

Capítulo II

2.1. Considere os dados de ZIND.DTA para este exercício. Os dados referem-se às inscrições mensais no fundo de desemprego (*indes*) em Anderson, EUA, de Janeiro de 1980 a Novembro de 1988. Em 1984 foi criada nesta cidade uma zona industrial (*zind*).

- Faça a regressão de $\ln(\textit{indes})$ numa tendência linear e 11 variáveis dummy mensais. Qual foi a tendência geral das inscrições no desemprego neste período? (Interprete o coeficiente da tendência linear.) Há evidência de sazonalidade nas inscrições no desemprego?
- Adicione a variável *dummy zind*, igual a 1 nos meses que Anderson passou a ter uma zona industrial. A implantação da zona industrial parece reduzir as inscrições no desemprego? Em quanto?
- O que é preciso assumir para atribuir o efeito de (b) à criação da zona industrial?

2.2 Seja $\{x_t : t = 1, 2, \dots\}$ um processo estacionário em covariância e defina $\gamma_h = \text{Cov}(x_t, x_{t+h})$ para $h \geq 0$. [Logo, $\gamma_0 = \text{Var}(x_t)$.] Mostre que $\text{Corr}(x_t, x_{t+h}) = \gamma_h / \gamma_0$.

2.3 Seja $\{e_t : t = -1, 0, 1, \dots\}$ uma sucessão de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas com média zero e variância unitária, $e_t \sim i.i.d.(0, 1)$. Defina o processo estocástico:

$$x_t = e_t - (1/2)e_{t-1} + (1/2)e_{t-2}, \quad t = 1, 2, \dots$$

- Encontre $E(x_t)$ e $\text{Var}(x_t)$. Alguma delas depende de t ?
- Mostre que $\text{Corr}(x_t, x_{t+1}) = -1/2$ e $\text{Corr}(x_t, x_{t+2}) = 1/3$.
[Nota: É mais fácil se usar a fórmula de (2.2).]
- Qual é a $\text{Corr}(x_t, x_{t+h})$ para $h > 2$?
- O processo $\{x_t\}$ é assintoticamente não correlacionado?

Capítulo III

3.1. Com os dados de CONSUMO.DTA estime um modelo de regressão simples que relacione o crescimento no consumo com o crescimento no rendimento disponível (use a diferença nos logaritmos)

- Interprete a equação estimada e discuta a significância estatística.

- b) Teste a equação para autocorrelação AR(1) usando os testes de Durbin-Watson, e Breusch-Godfrey. Discuta os pressupostos de cada um deles.
- c) Se encontrar evidência de autocorrelação, reestime a equação através do método de Cochrane-Orcutt e compare os resultados.

3.2 Com os dados de BOLSA.DTA estime o modelo (1) para a rentabilidade do índice da Bolsa de Nova Iorque e use os resíduos para estimar a regressão auxiliar (2):

$$(1) \quad y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + u_t$$

$$(2) \quad \hat{u}_t^2 = \delta_0 + \delta_1 y_{t-1} + \text{erro}_t$$

- (a) Há evidência de autocorrelação ou heteroscedasticidade?
- (b) Sejam \hat{h}_t os valores ajustados da equação (2), ou estimativas da variância condicionada. Quantos destes \hat{h}_t são negativos?
- (c) Adicione y_{t-1}^2 e calcule novamente os valores ajustados \hat{h}_t . Há algum \hat{h}_t negativo?
- (d) Use os \hat{h}_t de (c) para estimar (1) pelos MQ ponderados. Compare as estimativas com as obtidas pelos MQ. Teste a hipótese $H_0: \beta_1 = 0$ e compare o resultado com o obtido quando o método MQ é usado.
- (e) Faça um teste para o efeito ARCH de primeira ordem no modelo (1). Comente.
- (f) Estime agora o modelo (1) pelos MQ ponderados, construindo os \hat{h}_t com o modelo ARCH estimado em (e). Esta mudança afeta as conclusões da alínea (d)?

Capítulo IV

4.1 Considere a função consumo:

$$(1) \quad c_t = \beta r_t^* + u_t$$

onde c_t é o consumo corrente e r_t^* o rendimento anual esperado, sob a forma de desvios para as médias. Sendo r_t^* não observável, assume-se que satisfaz uma hipótese de expectativas adaptativas:

$$(2) \quad r_t^* - r_{t-1}^* = (1 - \theta)(r_t - r_{t-1}^*); 0 < \theta < 1$$

- (a) Conjugando as duas equações acima, deduza o modelo a estimar, na forma:

$$(3) \quad c_t = \delta r_t + \theta c_{t-1} + v_t$$

[Sugestão: Use (1) desfasada um período e multiplicada por θ e subtraia de (1). Depois use (2).]

- (b) Calcule $E(v_t c_{t-1})$ a partir de (3). Quais as implicações deste resultado?
- (c) Com base numa amostra de n elementos foram obtidas estimativas consistentes de δ e θ , respetivamente 0.33 e 0.65. Indique o valor estimado da propensão marginal ao consumo de curto prazo e de longo prazo.

4.2 Considere as seguintes regressões:

$$\begin{aligned}\Delta y_t &= 149.03 + 0.625t - 0.066 y_{t-1} + \hat{e}_t; & n &= 135; & R^2 &= 0.042 \\ & \quad (61.18) \quad (0.261) \quad (0.028) \\ \Delta x_t &= 246.18 + 2.286t - 0.052 x_{t-1} + \hat{v}_t; & n &= 135; & R^2 &= 0.043 \\ & \quad (102.97) \quad (0.976) \quad (0.024)\end{aligned}$$

- (a) Teste a hipótese de que cada uma das séries y_t e x_t é $I(1)$ contra a alternativa de que é estacionária em tendência.
- (b) Explique em que caso é que a regressão de y_t sobre x_t poderá ou não ser espúria. Como distinguiria essa situação?

4.3. Com base numa amostra de 136 valores trimestrais respeitantes ao consumo de bens duradouros (c_t) e ao rendimento disponível (r_t) nos EUA, em termos reais e per capita, de 1947(1) a 1980(4), não se conseguiu rejeitar a hipótese de raiz unitária para estas variáveis. Estimaram-se ainda as seguintes regressões:

$$\begin{aligned}c_t &= 1206.4 + 0.224r_t + \hat{u}_t; & R^2 &= 0.99 & (1) \\ \Delta u_t &= -0.187 u_{t-1} + \hat{v}_t \\ & \quad (0.052) \\ \Delta c_t &= 166.3 + 0.124 \Delta r_t - 0.135(c_{t-1} - 1206.4 - 0.224r_{t-1}) + \hat{e}_t; & R^2 &= 0.17 & (2) \\ & \quad (61.8) \quad (0.025) \quad (0.051)\end{aligned}$$

- (a) Verifique se a relação (1) se pode considerar como estimativa da função consumo de longo prazo.
- (b) Interprete o termo corretor do erro em (2). Esse termo é significativo a 5%?

4.4. Use os dados de FERTIL.DTA para este exercício.

- (a) Represente graficamente a taxa de fertilidade em relação ao tempo. TF contém uma tendência clara crescente ou decrescente ao longo de todo o período da amostra?
- (b) Usando os dados até 1979, estime um modelo de tendência cúbica para TF . Comente o R^2 da regressão e represente graficamente os valores observados e ajustados de TF .
- (c) Usando o modelo de (b), calcule o erro absoluto médio (MAE) do erro de previsão um passo à frente para os anos 1980 a 1984.

- (d) Usando os dados até 1979, faça a regressão de ΔTF sobre uma constante apenas. A constante é estatisticamente diferente de zero? Faz sentido assumir que qualquer termo de deslocação (drift) é zero, se assumirmos que TF segue um passeio aleatório?
- (e) Preveja agora TF para 1980 a 1984, usando um modelo de passeio aleatório: a previsão de TF_{n+1} é simplesmente TF_n . Encontre o MAE, e compare com o obtido em (c). Que método de previsão prefere?
- (f) Estime agora um modelo AR(2) para TF , usando outra vez os dados apenas até 1979. O segundo desfazamento é significativo?
- (g) Obtenha o MAE para 1980 a 1984, usando o modelo AR(2). Este modelo mais geral funciona melhor fora da amostra que o modelo de passeio aleatório?

Capítulo V

- 5.1.** Defina *grad* como uma variável binária que indica se um estudante obtém a licenciatura em três anos. Defina *sec*, *especif* e *estudo* como, respetivamente, a média final obtida no ensino secundário, a média obtida nas provas específicas de acesso ao ensino superior e o número de horas de estudo semanais. Usando uma amostra de 420 estudantes, estimou-se o seguinte modelo Logit:

$$P(\text{grad}=1 | \text{sec}, \text{especif}, \text{estudo}) = \Lambda(-1.17 + 0.06\text{sec} + 0.05\text{especif} + 0.073\text{estudo})$$

onde $\Lambda(z) = \exp(z)/[1+\exp(z)]$ é a função logística.

Fixando *sec* e *especif* em, respetivamente, 12 e 14, obtenha a estimativa para a diferença na probabilidade de obtenção de uma licenciatura para dois estudantes que dediquem 5 e 10 horas por semana ao estudo.

- 5.2.** Use os dados de LOANAPP.DTA para este exercício. A variável dependente é *approve*, uma variável binária que assume o valor 1 se um crédito à habitação foi concedido a um indivíduo e 0 se foi recusado. A principal variável explicativa é *white*, uma variável *dummy* que é igual a 1 se o indivíduo que solicitou o empréstimo é de raça branca. Para testar se existe discriminação racial na concessão de créditos nos EUA, definiu-se o seguinte modelo probabilístico linear:

$$\text{approve} = \beta_0 + \beta_1 \text{white} + u$$

- a) Se existir discriminação contra minorias, qual deve ser o sinal de β_1 ?
- b) Estime o modelo acima definido pelo método dos mínimos quadrados robustos e interprete o coeficiente de *white*. Há evidência de discriminação?

- c) Adicione ao modelo inicial as seguintes variáveis: *hrrat* (peso da prestação no rendimento mensal), *loanprc* (percentagem do valor pedido em relação ao valor da casa), *married* (=1 se casado), *dep* (número de dependentes do agregado familiar), *sch* (=1 se possui mais de 12 anos de escolaridade) e *mortlat2* (=1 se se atrasou mais de 2 vezes no pagamento de prestações em empréstimos anteriores). Estime o novo modelo e comente os resultados obtidos. Continua a existir evidência de discriminação racial?
- d) Considere dois indivíduos solteiros, sem filhos, de origem oriental. Além destas características, o indivíduo A nunca se atrasou no pagamento de empréstimos anteriores enquanto o indivíduo B se atrasou uma vez. Obtenha a probabilidade de cada um deles obter resposta positiva no pedido de concessão de empréstimo à habitação, sabendo que, ao contrário de B, o indivíduo A possui mais de 12 anos de escolaridade (considere valores médios da amostra para *hrrat* e *loanprc*).

5.3. Considere novamente os dados do exercício 5.2. mas defina um modelo Logit para *approve*:

$$P(\text{approve} = 1 \mid \text{white}) = \Lambda(\beta_0 + \beta_1 \text{white})$$

onde $\Lambda(z) = \exp(z) / [1 + \exp(z)]$.

- a) Estime o modelo e compare os resultados obtidos com os do exercício anterior.
- b) Introduza as variáveis referidas na alínea (c) do exercício anterior e reestime o modelo Logit. Teste: i) a significância estatística das variáveis introduzidas; ii) o ajustamento global do modelo.
- c) Calcule o pseudo- R^2 do modelo da alínea anterior.
- d) Usando o critério da percentagem de previsões corretas, escolha entre os modelos estimados nas alíneas (a) e (b).
- e) Considere agora um modelo Probit para *approve*:

$$P(\text{approve} = 1 \mid \text{white}) = \Phi(\beta_0 + \beta_1 \text{white})$$

onde $\Phi(z) = \int_{-\infty}^z \phi(z) dz$ e $\phi(z) = (2\pi)^{-0.5} \exp(-z^2 / 2)$. Estime as probabilidades de obter crédito à habitação para as duas hipóteses possíveis.

Capítulo VI

6.1. Considere as seguintes equações estimadas para os anos de 1978 e 1981:

$$\ln(\text{precasa}) = 11.49 - 0.547 \text{pertinc} + 0.394 a81.\text{pertinc}, \quad n = 321, R^2 = 0.220$$

(0.26) (0.058) (0.080)

$$\ln(\text{precasa}) = 11.18 + 0.563 a81 - 0.403 a81.\text{pertinc}, \quad n = 321, R^2 = 0.337$$

(0.27) (0.044) (0.067)

$$\ln(\text{precasa}) = 11.29 + 0.457 a81 - 0.340 \text{pertinc} - 0.063 a81.\text{pertinc}, \quad n = 321, R^2 = 0.409$$

(0.31) (0.045) (0.055) (0.083)

onde *precasa* é o preço das habitações, *pertinc* é uma variável binária que indica se a casa está situada perto de uma incineradora e *a81* é uma variável binária anual para 1981. Compare as estimativas do coeficiente do termo de interação *a81.pertinc* nas três equações. Porque é que elas são tão diferentes?

6.2. Use os dados de RENDA.DTA para este exercício. Os dados para 1980 e 1990 incluem valores das rendas de casa e outras variáveis para cidades universitárias. Pretende-se verificar se uma presença mais forte de estudantes afeta as rendas. O modelo de efeitos não observáveis é:

$$\ln(\text{renda}_{it}) = \beta_0 + \delta_0 a90_t + \beta_1 \ln(\text{pop}_{it}) + \beta_2 \ln(\text{rendim}_{it}) + \beta_3 \text{percest}_{it} + a_i + u_{it}$$

onde *pop* é a população da cidade, *rendim* é o rendimento médio, e *percest* é a percentagem da população estudantil na população da cidade (durante o ano escolar).

- (a) Estime a equação por MQ agrupados e apresente os resultados na forma habitual. O que significa a estimativa da variável *binária* para 1990? O que é que obtém para $\hat{\beta}_3$?
- (b) Os erros padrão que apresentou na alínea anterior são válidos? Explique.
- (c) Calcule agora a equação às diferenças e estime-a por MQ. Compare a estimativa de $\hat{\beta}_3$ com a obtida em (a). Poder-se-á dizer que a dimensão relativa da população estudantil afeta o valor das rendas?
- (d) Obtenha os erros padrão robustos à heteroscedasticidade para a equação às diferenças. Isso altera as suas conclusões?

6.3. Reconsidere o problema anterior.

- (a) Usando um modelo de efeitos fixos, verifique que obtém as mesmas estimativas e erros padrão que em 6.2 (c).
- (b) Estime novamente o modelo de efeitos fixos considerando erros padrão robustos e compare com os erros padrão obtidos em 6.2. (d)
- (d) Estime agora um modelo de efeitos aleatórios e compare.

Capítulo VII

7.1. Considere um modelo simples para estimar o efeito de possuir um computador pessoal (PC) na média de estudantes universitários finalistas:

$$média = \beta_0 + \beta_1 PC + u$$

onde PC é uma variável binária que indica a posse de computador.

- (a) Porque é que a posse de computador pode estar correlacionada com u ?
- (b) Explique porque é que PC pode estar correlacionada com o rendimento anual dos pais. Significa isto que o rendimento dos pais é uma boa variável instrumental para PC? Porquê ou porque não?
- (c) Suponha que, três anos antes, a universidade deu bolsas para a compra de computadores a cerca de metade dos novos alunos, e os estudantes que receberam bolsas foram escolhidos aleatoriamente. Explique cuidadosamente como usaria esta informação para construir uma VI para PC.

7.2. Usando dados sobre salários e educação para uma amostra de homens em 1976, Card (1995) estudou o retorno da educação, usando como variável instrumental para a educação uma *dummy* para o facto de se ter crescido perto de uma universidade (*pertuniv*). Uma versão simplificada do modelo é:

$$\ln(\text{salario}) = \beta_0 + \beta_1 \text{educação} + \beta_2 \text{experiência} + \beta_3 \text{experiência}^2 + \beta_4 \text{afro} + \beta_5 \text{am} + \beta_6 \text{am66} + \beta_7 \text{sul} + u$$

onde *afro*, *am*, *am66* e *sul* são variáveis binárias iguais a 1 se, respetivamente, o indivíduo é de etnia africana, se vive numa área metropolitana, se vivia numa área metropolitana em 1966 e se vive no sul. Tendo em conta os dados de CARD.DTA:

- (a) Compare as estimativas do modelo pelo método dos MQ e pelo método das VI (usando *pertuniv* como VI para *educação*). As diferenças são economicamente importantes?
- (b) Teste se *educação* é exógena, ou seja, determine se as diferenças entre MQ e VI são estatisticamente significativas.
- (c) Estime a equação por MQ2P, adicionando *pertpol* como instrumento. O coeficiente de *educação* muda muito?
- (d) Teste a restrição de sobreidentificação de (c).

Capítulo VIII

8.1. Considere o seguinte modelo simplificado de oferta e procura de bens alimentares:

$$\text{oferta: } Q = \beta_0 + \beta_1 P + \beta_2 S + u_1$$

$$\text{procura: } Q = \gamma_0 + \gamma_1 P + \gamma_2 R + u_2$$

onde Q é o consumo real de bens alimentares per capita, P é a proporção do índice de preços no consumidor para bens alimentares no IPC geral, S é a razão dos preços dos bens alimentares no agricultor e no consumidor, e R é o rendimento disponível real per capita.

- (a) Obtenha a forma reduzida do modelo.
- (b) Classifique as equações no que se refere à sua identificação.
- (c) Estime os parâmetros da equação ou equações exatamente identificadas com base nas seguintes estimativas da forma reduzida do modelo.

$$\hat{Q} = 75.25 + 0.1125R + 0.125S$$

$$\hat{P} = 85.00 + 0.75R - 0.50S$$

8.2. Use os dados de FUMO.DTA para este exercício. Um modelo para estimar os efeitos de fumar no rendimento anual (talvez através de dias de trabalho perdidos por doença, ou efeitos na produtividade) é:

$$\ln(\text{rend}) = \beta_0 + \beta_1 \text{cigs} + \beta_2 \text{educ} + \beta_3 \text{idade} + \beta_4 \text{idade}^2 + u_1$$

- (a) Sendo cigs o número de cigarros fumados por dia, em média, como interpreta β_1 ?
- (b) Para refletir o facto do consumo de cigarros poder ser determinado conjuntamente com o rendimento, uma equação de procura de cigarros é:

$$\text{cigs} = \gamma_0 + \gamma_1 \ln(\text{rend}) + \gamma_2 \text{educ} + \gamma_3 \text{idade} + \gamma_4 \text{idade}^2 + \gamma_5 \ln(\text{pcig}) + \gamma_6 \text{rest} + u_2$$

onde pcig é o preço do maço de cigarros, e rest é uma variável binária igual a 1 se a pessoa vive num estado com restrições ao fumo nos restaurantes. Assumindo que estas são exógenas ao indivíduo, que sinais esperaria para γ_5 e γ_6 ?

- (c) Sob que premissa é a equação do rendimento identificada?
- (d) Estime a equação do rendimento por MQ e discuta a estimativa de β_1 .
- (e) Estime a forma reduzida para cigs , e verifique se $\ln(\text{pcig})$ e rest são significativas.
- (f) Estime agora a equação do rendimento por MQ em 2 passos. Discuta a estimativa de β_1 em comparação com a obtida por MQ.
- (g) Pensa que o preço dos cigarros e as restrições ao fumo nos restaurantes são exógenas na equação do rendimento?

C. Exemplos de provas de avaliação

Primeira Prova de avaliação contínua

1. No sentido de analisar os fatores que determinam a decisão de participação no mercado de trabalho por parte das mulheres, estimaram-se os seguintes modelos pelo método da máxima verosimilhança:

Probit: $P(part = 1 | X) = \Phi(0.321 - 0.876Filhos6 - 0.034idade + 0.123educ)$, $\ln L = -466.08$, $n=753$

Logit: $P(part = 1 | X) = \Lambda(0.523 - 1.43Filhos6 - 0.056idade + 0.203educ)$, $\ln L = -466.04$, $n=753$

em que **part** é uma variável binária igual a 1 se a mulher participa no mercado de trabalho (0 caso contrário), **Filhos6** é uma variável binária igual a 1 se a mulher tem filhos menores que 6 anos de idade e 0 caso contrário, **idade** representa a idade em anos e **educ** o número de anos de escolaridade.

a) Calcule, para os dois modelos, a estimativa da probabilidade de participação laboral para uma mulher sem filhos com 12 anos de escolaridade e 30 anos de idade.

b) Considerando uma mulher com 25 anos e 9 anos de escolaridade, apresente a estimativa do impacto de ter filhos menores de 6 anos de idade na probabilidade de participação no mercado de trabalho, usando o modelo Logit.

2. Usando o método dos mínimos quadrados obtiveram-se os seguintes resultados usando uma amostra relativa a 124 trimestres:

$$1) Y_t = 0.118 + 1.014X_t + 0.001t + \hat{u}_t, R^2 = 0.99$$

$$2) \hat{u}_t = \underset{(0.022)}{-0.002} + \underset{(0.089)}{0.246}\hat{u}_{t-1} + \hat{v}_t, R^2 = 0.06$$

$$3) \hat{u}_t^2 = \underset{(0.017)}{0.062} + \underset{(0.091)}{0.043}\hat{u}_{t-1}^2 + \hat{\varepsilon}_t, R^2 = 0.002$$

a) Interprete o coeficiente da tendência no modelo de interesse.

b) Teste a presença de autocorrelação. Supondo que se detetou autocorrelação de tipo AR(1), escreva a versão dinamicamente completa do modelo.

c) Verifique se existe heteroscedasticidade condicionada autorregressiva.

3. Com base em 283 observações do crescimento mensal do nível de preços (*cpre*) e do crescimento mensal do salário horário (*csal*) nos EUA estimaram-se os modelos:

$$\widehat{cpre}_t = 0.001 + 0.482 cpre_{t-1} + 0.269 cpre_{t-2} + 0.031 csal_{t-1} - 0.034 csal_{t-2}; R^2 = 0.482$$

(0.0003) (0.059) (0.058) (0.031) (0.031)

$$\widehat{cpre}_t = 0.001 + 0.486 cpre_{t-1} + 0.263 cpre_{t-2}; R^2 = 0.478$$

(0.0003) (0.058) (0.057)

$$\widehat{cpre}_t = 0.001 + 0.090 csal_t + 0.619 cpre_{t-1} + 0.055 csal_{t-1}, R^2 = 0.480$$

(0.0003) (0.031) (0.046) (0.032)

a) Deduza a solução de equilíbrio da última equação apresentada e calcule as propensões de impacto e de longo prazo.

b) Para um nível de significância de 5%, pode afirmar-se que o crescimento do salário causa, no sentido de Granger, o crescimento dos preços? Tendo em conta a sua resposta e a informação apresentada, indique qual o melhor modelo de previsão para o crescimento dos preços.

c) Considere agora a regressão abaixo, onde *lsal* é o logaritmo do salário referido nas alíneas anteriores. Verifique se a hipótese de raiz unitária para *lsal* é suportada pelos dados.

$$\Delta lsal_t = 0.007 + 0.00004 t - 0.008 lsal_{t-1} - 0.116 \Delta lsal_{t-1} + \dots + 0.670 \Delta lsal_{t-12} + \hat{e}_t$$

(0.004) (0.00003) (0.006) (0.047) (0.046)

Segunda prova de avaliação contínua

1. Considere as variáveis índice de confiança do consumidor (IC_t) e taxa de desemprego (TD_t), para as quais existe uma amostra de 50 observações mensais. Considerou-se a seguinte especificação:

$$\begin{aligned} \text{(i)} \quad IC_t &= \alpha_0 + \alpha_1 IC_{t-1} + \alpha_2 IC_{t-2} + \alpha_3 TD_{t-1} + \alpha_4 TD_{t-2} + u_t \\ \text{(ii)} \quad TD_t &= \gamma_0 + \gamma_1 TD_{t-1} + \gamma_2 TD_{t-2} + \gamma_3 IC_{t-1} + \gamma_4 IC_{t-2} + w_t \end{aligned}$$

Após a realização de testes de significância conjunta a subconjuntos de parâmetros, registaram-se os respectivos p-values do teste F para cada uma das hipóteses nulas definidas:

| | H_0 | p-value |
|---|---------------------------|---------|
| 1 | $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$ | 0.0525 |
| 2 | $\alpha_3 = \alpha_4 = 0$ | 0.0235 |
| 3 | $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ | 0.6890 |
| 4 | $\gamma_3 = \gamma_4 = 0$ | 0.1205 |

a) Identifique a hipótese a testar para verificar se a taxa de desemprego causa à Granger o índice de confiança do consumidor. Qual a conclusão do teste a 1% de significância?

b) Caso os últimos dados disponíveis fossem de novembro de 2016 para o índice de confiança do consumidor e dezembro de 2016 para a taxa de desemprego, verifique, justificando, se será possível obter o índice de confiança do consumidor para dezembro de 2016.

2. Considere o seguinte modelo:

$$\begin{aligned} \text{A)} \quad \ln(\text{salario})_{it} &= \theta + \delta_1 T81_t + \delta_2 T82_t + \delta_3 T83_t + \beta_1 \text{educ}_{it} + \beta_2 \text{sindicato}_{it} + \beta_3 \text{exp}_{it} \\ &\quad + \beta_4 \text{educ} \cdot \text{sindicato}_{it} + \beta_5 \text{masc}_i + a_i + u_{it} \end{aligned}$$

em que pretende estudar a relação entre o salário e um conjunto de variáveis: o número de anos de escolaridade (educ), se o indivíduo é sindicalizado ($\text{sindicato} = 1$ se está sindicalizado), os anos de experiência profissional (exp) e o género do indivíduo ($\text{masc} = 1$ se é do género masculino). $T81$, $T82$ e $T83$ tentam capturar alterações no interceto ao longo do tempo, sendo iguais a 1 se o ano for respetivamente 1981, 1982 e 1983 e zero se assim não for. Com base em dados relativos a 545 indivíduos para os anos de 1980 a 1983, estimou-se um modelo de efeitos aleatórios pelo método dos mínimos quadrados generalizados:

$$\begin{aligned} \text{B)} \quad \ln(\text{salário})_{it} &= -0.016 + 0.061 T81_t + 0.061 T82_t + 0.053 T83_t + 0.097 \text{educ}_{it} + 0.131 \text{sindicato}_{it} \\ &\quad + 0.058 \text{exp}_{it} + 0.006 \text{educ} \cdot \text{sindicato}_{it} + 0.01 \text{masc}_i \\ &\quad \text{(0.110)} \quad \text{(0.031)} \quad \text{(0.033)} \quad \text{(0.037)} \quad \text{(0.004)} \quad \text{(0.184)} \\ &\quad \text{(0.010)} \quad \text{(0.016)} \quad \text{(0.021)} \end{aligned}$$

a) Na hipótese de a_i estar correlacionado com as variáveis explicativas incluídas, refira-se às propriedades dos estimadores obtidos.

- b)** Qual o teste que lhe permite verificar se o modelo apresentado é o mais correto? Não sendo este o melhor modelo quais os modelos alternativos que poderia considerar? Apresente as equações a estimar para esses modelos.

3. Suponha que um determinado investigador tem como objetivo estimar a relação entre o salário e a educação através do modelo:

$$\log(\text{salario}) = \beta_0 + \beta_1 \text{educ} + \beta_2 \text{exper} + u,$$

onde *educ* e *exper* representam o número de anos de escolaridade e de experiência profissional, respetivamente. De modo a verificar qual o método de estimação mais adequado, foram estimadas as seguintes regressões com base numa amostra de 500 indivíduos:

$$(i) \text{educ} = \underset{(0.338)}{10.079} + \underset{(0.029)}{0.272} \text{educpais} + \underset{(0.013)}{0.010} \text{exper} + \hat{v}, \quad R^2 = 0.17$$

$$(ii) \log(\text{salario}) = \underset{(0.437)}{0.036} + \underset{(0.034)}{0.075} \text{educ} + \underset{(0.004)}{0.016} \text{exper} + \underset{(0.037)}{0.041} \hat{v}, \quad R^2 = 0.15$$

A variável *educpais* representa o número médio de anos de escolaridade dos pais dos inquiridos.

- a)** Qual o motivo que terá levado à estimação da equação (i)? Que conclusão se pode retirar dos resultados obtidos?
- b)** Realize o teste a que o modelo (ii) serve de base e, em função das conclusões obtidas, indique qual o método que deve ser usado na estimação do modelo de interesse.

4. Considere o seguinte modelo de equações simultâneas, onde X_1 , X_2 e X_3 representam variáveis exógenas:

$$\begin{cases} Y_1 = \beta_{10} + \beta_{11}Y_2 + \beta_{12}X_1 + u \\ Y_2 = \beta_{20} + \beta_{21}Y_1 + \beta_{22}X_2 + \beta_{23}X_3 + v \end{cases}$$

- a)** Classifique as duas equações quanto à sua possível identificação e indique métodos de estimação para cada equação que produzam estimadores consistentes.
- b)** Determine a forma reduzida do modelo para a variável Y_1 .

Exame de época normal

1. Num estudo em que se pretendia analisar o impacto da média de curso na probabilidade de encontrar emprego, realizaram-se inquéritos a uma amostra de 182 recém-licenciados. Estimaram-se seguidamente dois modelos Probit, em que a variável dependente tomou o valor um se o indivíduo encontrou emprego até seis meses após conclusão do curso e zero se assim não foi. Usaram-se como variáveis explicativas a idade, a média final do aluno, o número de anos necessários para terminar a licenciatura (*duração*) assim como duas variáveis *dummy*: *mulher* (=1, se o aluno é do género feminino) e *Apoio* (=1 se a Universidade deu apoio para encontrar emprego). Obtiveram-se os seguintes resultados:

$$P(Emp = 1 / X) = \Phi(-1.168 - 0.0086 \text{ Idade} + 0.653 \text{ Apoio} + 0.489 \text{ Mulher} + 0.0006 \text{ duração} + 0.168 \text{ Média}), \\ \ln L = -63.959$$

$$P(Emp = 1 / X) = \Phi(0.874 - 0.0012 \text{ Idade} + 0.587 \text{ Apoio} + 0.376 \text{ Mulher}), \\ \ln L = -68.59$$

- a) Teste a significância conjunta da média de curso e do número de anos necessários para terminar a licenciatura para a probabilidade de encontrar emprego em menos de 6 meses.
- b) Tendo como base o primeiro modelo, compare a probabilidade de encontrar emprego até 6 meses de um homem com uma mulher, com características idênticas: 24 anos de idade, média de curso igual a 12 valores, que terminou o curso em 3 anos e que não recebeu apoio da universidade para encontrar emprego.

2. Com o objetivo de modelar as vendas do produto A de uma dada empresa em função das despesas em publicidade com o referido produto, obtiveram-se os seguintes resultados, com base numa amostra relativa a 144 meses:

$$\text{i) } Vendas_t = 2518 + 0.114 \text{ Publ}_t + \hat{u}_t, R^2 = 0.789$$

$$\text{ii) } \hat{u}_t^2 = 0.125 + 1.256 \hat{u}_{t-1}^2 + 0.255 \hat{u}_{t-2}^2 + \hat{\varepsilon}_t, R^2 = 0.356$$

(1.259) (1.155) (2.467)

$$\text{iii) } \hat{u}_t = 0.001 - 0.151 \hat{u}_{t-1} + \hat{v}_t$$

(0.969) (0.015)

- a) Teste se existe efeito ARCH no modelo i). Explique o conceito.
- b) O modelo i) é dinamicamente completo? Porquê?

3. Sejam $Cons_t$ e $Rend_t$ as taxas de crescimento do consumo e do rendimento, respetivamente, de um determinado país. Estimaram-se as seguintes equações:

$$\text{(i) } Cons_t = 0.442 + 0.793 Rend_t - 0.0005 Cons_{t-1} + \hat{u}_t, n = 42$$

(0.262) (0.099) (0.099)

$$\begin{aligned}
\text{(ii)} \quad & Cons_t = 0.428 + \underset{(0.286)}{0.797} Rend_t - \underset{(0.181)}{0.020} Cons_{t-1} + \underset{(0.171)}{0.022} Rend_{t-1} + \hat{v}_t, n = 42 \\
\text{(iii)} \quad & \Delta Cons_t = 1.409 - \underset{(0.373)}{0.720} Cons_{t-1} + \hat{e}_t, n = 42 \\
\text{(iv)} \quad & \Delta Rend_t = 1.665 - \underset{(0.397)}{0.881} Rend_{t-1} + \hat{\xi}_t, n = 42
\end{aligned}$$

- a) Compare as propensões de curto prazo e as propensões de longo prazo nos modelos (i) e (ii).
- b) Analise a estacionaridade das variáveis $Cons_t$ e $Rend_t$. O que pode concluir?

4. Com o objetivo de estimar o *tradeoff* entre sono e trabalho usou-se o seguinte modelo para dados em painel:

$$sono_{it} = \beta_0 + \delta_0 ano2_t + \beta_1 trab_{it} + \beta_2 educ_{it} + \beta_3 cas_{it} + a_i + u_{it}, t = 1, 2.$$

Onde **sono** e **trab** estão medidas em minutos por semana, **educ** em anos de escolaridade e **cas** é uma variável dummy que toma o valor 1 se o indivíduo é casado. O modelo estimado pelo método das primeiras diferenças para 239 indivíduos, nos anos de 1975 e 1981 produziu os seguintes resultados:

$$\begin{aligned}
\Delta \widehat{sono} = & -92.63 - 0.227 \Delta trab - 0.024 \Delta educ + 104.21 \Delta cas; R^2 = 0.15 \\
& (45.87) \quad (0.036) \quad (48.759) \quad (92.86)
\end{aligned}$$

- a) Quantifique a alteração no sono de 1975 para 1981 (tudo o resto constante), e explique porque é que variáveis como a idade ou o sexo não puderam ser usadas neste contexto.
- b) Se não existirem fatores fixos individuais não observados correlacionados com as variáveis explicativas qual o melhor modelo a estimar? Nesse caso, quais seriam as propriedades das estimativas do modelo das primeiras diferenças apresentadas?

5. Considere o seguinte modelo de equações simultâneas para a inflação e o grau de abertura ao exterior de um conjunto de países:

$$\begin{aligned}
inf_t &= \beta_0 + \beta_1 abex_t + u_{1t} \\
abex_t &= \gamma_0 + \gamma_1 inf_t + \gamma_2 area + u_{2t}
\end{aligned}$$

onde **inf** a taxa de inflação média anual, **abex** é uma medida do grau de abertura ao exterior (peso médio das importações no PIB) e **area** é o logaritmo da área territorial do país (em Km quadrados, considerada exógena).

Relativamente a este modelo obtiveram-se os seguintes resultados:

```
. reg abex area
```

| Source | SS | df | MS | Number of obs = 114 | | |
|----------|------------|-----|------------|---------------------|---|--------|
| Model | 28563.7788 | 1 | 28563.7788 | F(1, 112) | = | 90.90 |
| Residual | 35194.2107 | 112 | 314.234024 | Prob > F | = | 0.0000 |
| Total | 63757.9895 | 113 | 564.229995 | R-squared | = | 0.4480 |
| | | | | Adj R-squared | = | 0.4431 |
| | | | | Root MSE | = | 17.727 |

| abex | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] | |
|-------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|----------|
| area | -7.618206 | .7990455 | -9.53 | 0.000 | -9.201412 | -6.035 |
| _cons | 121.8385 | 9.043813 | 13.47 | 0.000 | 103.9193 | 139.7576 |

```
. ivreg inf (abex=area)
```

Instrumental variables (2SLS) regression

| Source | SS | df | MS | Number of obs = 114 | | |
|----------|------------|-----|------------|---------------------|---|--------|
| Model | 2059.28573 | 1 | 2059.28573 | F(1, 112) | = | 5.63 |
| Residual | 63014.1368 | 112 | 562.626222 | Prob > F | = | 0.0194 |
| Total | 65073.4225 | 113 | 575.870996 | R-squared | = | 0.0316 |
| | | | | Adj R-squared | = | 0.0230 |
| | | | | Root MSE | = | 23.72 |

| inf | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] | |
|-------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|-----------|
| abex | -.3328739 | .1403467 | -2.37 | 0.019 | -.6109528 | -.0547949 |
| _cons | 29.60665 | 5.658266 | 5.23 | 0.000 | 18.39552 | 40.81778 |

Instrumented: abex

Instruments: area

- a) Refira-se ao método de estimação utilizado para a obtenção de estimativas dos parâmetros da forma estrutural apresentados, justificando essa opção. Refira igualmente a razão pela qual a segunda equação estrutural não pode ser estimada de forma consistente.
- b) Será *area* uma boa variável instrumental para *abex*? Justifique a sua resposta. Qual a diferença no grau de abertura ao exterior entre um país com uma área territorial de 100 km quadrados e outro de 200?

Exame de época de recurso

1. A empresa ABC vende produtos alimentares gourmet on-line. Com o objetivo de caracterizar os seus clientes, construiu uma base de dados da qual se retirou alguma informação. Pretende-se estimar a probabilidade de um cliente ser considerado frequente (fazer mais do que duas encomendas no último ano) (*frequent*) em função da idade do cliente (*age*), do logaritmo do rendimento anual do agregado familiar (*lincome*) e de uma variável *dummy* que toma o valor 1 quando o agregado familiar inclui pelo menos um filho com menos de 18 anos (*child*). Obtiveram-se os seguintes resultados no STATA:

```
. logit frequent age educ lincome child
```

Logistic regression

| | | |
|---------------|---|--------|
| Number of obs | = | 4000 |
| LR chi2(4) | = | 831.18 |
| Prob > chi2 | = | 0.0000 |
| Pseudo R2 | = | 0.2560 |

Log likelihood = -1207.8912

| | Coef. | Std. Err. | z | P> z | [95% Conf. Interval] |
|----------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|
| frequent | | | | | |
| age | .0720924 | .0077249 | 9.33 | 0.000 | .0569518 .0872329 |
| educ | -.1064612 | .02813 | -3.78 | 0.000 | -.1615949 -.0513274 |
| lincome | .8083704 | .1951437 | 4.14 | 0.000 | .4258958 1.190845 |
| child | -.5097252 | .1235942 | -4.12 | 0.000 | -.7519654 -.267485 |
| _cons | -7.664282 | 1.889102 | -4.06 | 0.000 | -11.36685 -3.96171 |

- a) Analise o ajustamento global do modelo e a significância individual das variáveis explicativas.
 - b) Estime a probabilidade de um indivíduo de 30 anos de idade, 12 anos de escolaridade, sem filhos e inserido num agregado familiar que aufer um rendimento anual de 50 000 euros não ser considerado cliente frequente.
2. Considere o índice de confiança do consumidor em Portugal medido mensalmente entre Janeiro de 1987 e Dezembro de 2009. Efetuaram-se as seguintes regressões, onde *T1*, *T2* e *T3* são variáveis *dummy* que tomam o valor 1 quando a medição se refere ao primeiro, segundo e terceiro trimestre, respetivamente, e *t* é uma tendência linear:

| | MODELO I | MODELO II |
|----------------------|----------|-----------|
| Constante | -6.661 | -6.443 |
| <i>t</i> | -0.102 | -0.102 |
| <i>T1</i> | -- | -0.991 |
| <i>T2</i> | -- | -0.264 |
| <i>T3</i> | -- | 0.505 |
| R² | 0.442 | 0.444 |

- a) Existe evidência de sazonalidade no comportamento do índice?
- b) Interprete os coeficientes de *t* e de *T3*.

3. Com base numa amostra de 49 anos foi estimado, pelo método dos mínimos quadrados, o seguinte modelo:

$$Y_t = 1.031 + 0.543 X_t + \hat{u}_t; n = 49; R^2 = 0.108$$

(1.377) (0.230)

Obtiveram-se ainda as seguintes regressões:

$$(1) \quad \Delta X_t = 1.525 - 0.270 X_{t-1} + 0.155 \Delta X_{t-1} + \hat{v}_t; n = 47; R^2 = 0.139$$

(0.548) (0.11) (0.133)

$$(2) \quad \Delta Y_t = 1.228 - 0.299 Y_{t-1} + 0.133 \Delta Y_{t-1} + \hat{w}_t; n = 47; R^2 = 0.163$$

(0.454) (0.095) (0.118)

a) Verifique se a relação (1) entre Y_t e X_t será válida.

b) Em função das conclusões a que chegou na alínea a) escreva um modelo adequado para representar a relação de curto prazo entre as duas variáveis.

4. Sendo objetivo a avaliação do impacto de um programa de formação profissional realizada em 2007 nos rendimentos dos trabalhadores, estimou-se pelo método dos mínimos quadrados o modelo seguinte, com dados relativos a duas amostras aleatórias de trabalhadores com informação dos rendimentos para os anos de 2005 e 2008:

$$rend = 19063.34 - 17531.28 form + 2490.58 ano08 + 2326.50 form * ano08 + \hat{u}, n = 2675, R^2 = 0.10$$

(284.27) (1080.96) (402.02) (1528.71)

Em que *rend* representa os rendimentos, *form* é uma variável *dummy* que toma o valor 1 se o trabalhador recebeu formação profissional e *ano08* é uma outra variável *dummy* que é igual a 1 para o ano 2008.

a) Interprete os coeficientes das variáveis explicativas do modelo.

b) Será o impacto da formação profissional no rendimento dos trabalhadores significativo?

5. Para estudar o impacto do número de trabalhadores de uma empresa (*trab*) e do montante de investimento em investigação e desenvolvimento (*ID*) no valor da produção (*prod*) propõe-se o modelo

$$prod_t = \beta_0 + \beta_1 trab_t + \beta_2 ID_t + u_t$$

Recolheu-se uma amostra de 144 valores mensais, mas suspeita-se que as despesas em I&D podem ter sido medidas com erro.

a) Apresente dois instrumentos possíveis para a variável *ID*, justificando a sua possível validade.

b) Suponha que com os dois instrumentos que sugeriu se estimou o modelo na forma estrutural pelo método dos mínimos quadrados a dois passos e, com os resíduos, se efetuou a regressão:

$$\hat{u}_t = 3.458 + 0.867 trab_t + 1.349 VII_t + 2.345 VI2_t, \quad R^2 = 0.368,$$

onde *VII* é o instrumento 1 e *VI2* é o instrumento 2 que propôs em a). Qual é o objetivo da realização desta regressão? Que pode concluir?