



Instituto Universitário de Lisboa

O PARADOXO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE - MERCADO IBÉRICO

Mafalda Oliveira Miranda de Sousa

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Economia da
Empresa e da Concorrência

Orientador:

Prof^ª Dr^ª Mónica Meireles, Professora Auxiliar

Departamento Economia, IBS – ISCTE Business School

Coorientador:

Prof^ª Dr^ª Mara Madaleno, Professora Auxiliar

Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Aproveito este tópico para agradecer a todas as pessoas que acompanharam de perto os últimos dois anos e que sempre me apoiaram.

Começo por agradecer à Professora Mónica Meireles, com quem tive a primeira unidade curricular de mestrado no ISCTE e por ter tido a amabilidade de aceitar a orientação da minha dissertação. Pelo seu tempo dispensado, pelos seus conselhos e por toda a sua ajuda. À Professora Mara Madaleno que acompanhou a minha licenciatura na Universidade de Aveiro e que se mostrou disponível para me ajudar também nesta fase da minha formação e esclarecer sempre prontamente a todas as questões. O apoio das duas, a amizade e compreensão foram indispensáveis e fundamentais.

Agradeço ao ISCTE e a todos os professores que acompanharam o ano curricular pelos conhecimentos transmitidos, oportunidades e aprendizagens.

Agradeço a toda a minha família que acompanhou sempre de perto todo o meu percurso, tendo-me ajudado a superar todos os desafios, medos e algumas inseguranças. Obrigada aos meus pais, ao meu namorado, à minha irmã, e aos meus avós.

Foi com a ajuda de todas estas pessoas, que concluo esta fase da minha formação.

Obrigada.

Resumo

Nos últimos anos tem-se assistido a uma mudança, a nível global, da conjuntura económica e industrial. Há cada vez mais, uma maior preocupação pelos impactos que o processo de globalização e industrialização têm causado quer em termos climáticos quer em termos ambientais. Nesse sentido, assiste-se a um processo de tentativa de reversão destes efeitos, o processo de descarbonização. Este caracteriza-se essencialmente pela substituição de fontes de energia poluentes por fontes de energia renováveis.

Contudo, e conforme será testado neste estudo, a aposta neste tipo de energias nem sempre promove a estrutura de um mercado liberalizado, sobretudo quando falamos do mercado da eletricidade. Ora, sendo esta forma de mercado em muito semelhante a um mercado de concorrência, a aposta no sector de energias renováveis poderá trazer efeitos indesejáveis para o mercado.

Assim, através da metodologia econométrica e do uso de Dados em Séries Temporais, será analisada a evolução dos preços da eletricidade no mercado ibérico após o processo de liberalização e de constituição do MIBEL e de que forma a geração de energia elétrica, através de fontes de energia renovável, impacta no preço da eletricidade. Serão ainda utilizadas variáveis cujo comportamento retrata as alterações do mercado após o processo de liberalização, medindo também o seu impacto sobre o preço da eletricidade.

Este estudo conclui que, de facto, se verifica o paradoxo entre os ideais de um mercado liberalizado e a conjuntura ambiental que leva ao recurso por fontes menos poluentes na geração de eletricidade.

Palavras-chave: Eletricidade, MIBEL, Energias Renováveis, Dados em Séries temporais, Preço da Eletricidade, Mercado liberalizado, Portugal, Espanha

Códigos JEL: C22, O13, Q41, Q42

Abstract

The global economic and industrial environment has been changing, in recent years. There is a growing focus on the processes of globalization and industrialization and the environmental and climate concerns that they impact. In order to prevent and reverse those impacts, the economies are now adopting a new process, the decarbonization, which is characterized by the replacement of polluting energy sources by renewable energy sources.

However, as it will be tested in this study, this type of strategy does not always promote the structure of a liberalized market, especially when considering the electricity market. Since this market is very similar to a competitive one, the renewable energies strategy could bring undesirable effects to this type of market.

By using the econometric methodology with Time Series Data, this study will analyze the electricity prices behavior in Portugal and Spain after the liberalization and the MIBEL process. This methodology will also be used to study how renewable energy sources used for electricity generation affect electricity prices. Variables that represent the behavior of the market after the liberalization process will also be included in the model to measure their impact on the electricity prices.

This study concludes that there is, in fact, a paradox between the ideals of a liberalized market and the environmental scenario that leads to the use of less polluting sources in the electricity generation.

Key-words: Electricity, MIBEL, Renewable Energies, Time Series Data, Electricity Price, Liberalized Market, Portugal, Spain

JEL Classification: C22, O13, Q41, Q42

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introdução..... | 1 |
| 2. Revisão de Literatura..... | 5 |
| 2.1. Importâncias das energias renováveis..... | 5 |
| 2.2. Mercado da eletricidade..... | 7 |
| 2.3. As vertentes paradoxais..... | 10 |
| 2.4 Análise à metodologia a aplicar – resumo empírico..... | 11 |
| 3. Modelo empírico..... | 15 |
| 3.1 Dados e Metodologia..... | 15 |
| 3.1.1 Estatística descritiva..... | 18 |
| 3.1.1.1 Evolução dos Preço da Eletricidade..... | 18 |
| 3.1.1.2 Variáveis microeconómicas: Evolução da Eletricidade Gerada por Energia Renovável e por Energia Não Renovável..... | 20 |
| 3.1.1.3 Variáveis macroeconómicas: Evolução da Eletricidade Exportada e Importada..... | 22 |
| 3.1.1.4 Variáveis de caraterização do mercado: Evolução da Quota do Mercado Ibérico..... | 25 |
| 3.1.2 Modelo econométrico – Aplicação a Espanha e Portugal..... | 25 |
| 3.1.2.1 Teste de raízes unitárias..... | 26 |
| 3.1.2.2 Determinação do <i>lag</i> ótimo..... | 28 |
| 3.1.2.3 Cointegração..... | 29 |
| 3.1.2.4 Modelo VAR – em variações VECM..... | 30 |
| 3.1.2.5 Causalidade de Granger | 32 |
| 3.1.2.6 Função impulso resposta..... | 36 |
| 3.1.2.7 Decomposição da variância..... | 38 |
| 4. Resultados empíricos e conclusão..... | 41 |
| Referências..... | 45 |
| Anexos..... | 51 |

1. Introdução

Nos últimos anos tem sido dada grande importância a novas vertentes que interferem com a conjuntura económica. Há hoje uma grande preocupação sobre os níveis de CO₂ emitidos no decorrer das atividades industriais, bem como com as alterações climáticas (Hargroves *et al.*, 2016) – como o aquecimento global – a que temos sido sujeitos e em muito relacionado com o ainda atual uso de energias poluentes (Matugina *et al.*, 2016). Desta forma, as grandes instituições governamentais, nomeadamente a União Europeia (UE), têm orientado as suas políticas ambientais por forma a corrigir estes efeitos (Parlamento Europeu, 2018). Temos, por isso, assistido a um processo de descarbonização que tem por base fundamental a substituição de energias fósseis por energias renováveis. Este processo vem não só reverter os problemas mencionados, mas também incrementar progressos ao nível da segurança e eficiência energética, ajudando ainda a que cada país retire proveito dos recursos endógenos, explorando assim novas vertentes económicas através do desenvolvimento tecnológico que lhes está associado (Kunze e Becker 2014).

Este tema é sobretudo importante quando falamos de mercados que dependem essencialmente de energia para a geração do seu produto. Para este tipo de mercado, temos o exemplo do mercado da eletricidade que nos últimos anos tem sido afetado por esta substituição de fontes de energia (Sims, R., 2003). Ora, não fosse esta a única alteração a que o mercado foi sujeito não teria sido levantado o tema a que este estudo se propõe estudar. O mercado da eletricidade, e em particular o mercado português e espanhol, nos últimos anos viram a sua estrutura ser alterada. Enquanto que há 20 anos se falava de um mercado verticalmente integrado, onde apenas uma empresa detinha o domínio, hoje estamos perante um mercado com a divisão dos seus 4 segmentos, encontrando-se dois deles em sistema de liberalização, nomeadamente a produção e a comercialização (Amorim, F. *et al.*, 2013).

O sistema de liberalização de um mercado propõe a existência de livre concorrência, onde as empresas são livres de entrar no mercado, competindo em igualdade, e os clientes são livres de escolher o seu comercializador (Ferreira *et al.*, 2007). Contudo, e tal como referido acima, se o mercado se vê obrigado a alterar o recurso usado na geração de eletricidade, estas duas mudanças podem não ser totalmente compatíveis na medida em que a adoção de energias renováveis na produção de eletricidade pode comprometer o ideal desejável de um mercado liberalizado, podendo existir uma vertente ambígua entre ambos (Lise *et al.*, 2006). Basta refletir que, para

uma empresa que queira entrar neste mercado terá de incorrer em elevados custos de entrada dada a tecnologia que terá de usar, sendo esta uma possível barreira. Da mesma forma, para as empresas que já constituem este mercado, cujo custo com a produção de eletricidade por via das energias renováveis é muito próximo de zero e assumindo estas um preço muito acima deste custo, a condição para a existência de concorrência perfeita não se verifica (Blazquez *et al.*, 2018).

É no sentido de verificar esta problemática, este paradigma, que se propõe o tema “*O Paradoxo das Energias Renováveis na Produção de Eletricidade – Mercado Ibérico*”. É fundamental, numa perspetiva de interações de mercado, perceber se as estruturas de mercado desenhadas são as ideais tendo em conta a evolução do sector. Assim, o estudo deste tema começa por sintetizar a literatura existente relativa às temáticas mencionadas acima.

De seguida, será apresentada a metodologia, onde se procura responder à temática levantada por este estudo. Para o seu estudo, é feita uma análise de séries temporais que compreende o período de 2008 a 2015, com a utilização de dados mensais, e que abarca variáveis respeitantes a Espanha e Portugal. Desta forma, será possível não só concluir quanto à questão a que o estudo se propõe, mas também a uma análise comparativa, dado que os dois países apresentam uma relação forte com a fusão dos dois mercados num só aquando da criação do Mercado Ibérico da Energia Elétrica (MIBEL). Para a elaboração da metodologia, foram executados procedimentos com uma ordem lógica. Primeiro, iniciou-se uma recolha de informação relativa às variáveis utilizadas por outros autores para o estudo de temas idênticos. De seguida, após selecionadas as variáveis a utilizar, procedeu-se à recolha das mesmas, sendo que para algumas delas, nomeadamente para a variável utilizada para a quota do mercado ibérico, foi necessário um processo mais complexo de recolha, como será explicado no capítulo devido. Posteriormente, depois de trabalhadas as variáveis, procedeu-se a uma análise de estatística descritiva a fim de determinar algumas tendências relativas às variáveis selecionadas para ambos os países. Por fim, foi implementada a análise econométrica que contou com testes de estacionariedade às séries, determinação do *lag* ótimo, teste de cointegração, estimação do modelo pelo VECM, a partir do qual foi possível averiguar quanto à eficiência do modelo – através de testes à autocorrelação, heteroscedasticidade e normalidade dos resíduos –, teste à causalidade de Granger, função de impulso resposta e decomposição da variância.

Com a análise feita ao nível da estatística descritiva e dos resultados da metodologia econométrica aplicada, foi possível concluir quanto à existência do paradoxo. Verifica-se que, de facto, a crescente utilização de energias renováveis na produção da eletricidade pode implicar um aumento no preço da mesma que poderá funcionar como um entrave ao mercado liberalizado. Adicionalmente, são propostas sugestões de temas futuros, sobre os quais foi sentida, durante a realização deste estudo, alguma necessidade de serem explorados.

2. Revisão de Literatura

2.1. Importância da aposta em energias renováveis – descarbonização, combate aos problemas climáticos e Segurança Energética

Nos últimos anos, têm sido redefinidas as prioridades da sociedade quanto às problemáticas que envolvem no campo ambiental. Segundo Matugina *et al.* (2016), é dada cada vez mais importância à escassez de recursos e aos problemas ambientais associados. Assim, assiste-se nos últimos anos a um processo de descarbonização que é alcançado pela substituição de fontes de energia poluentes por fontes menos poluentes como forma de combate a estes problemas (Kunze e Becker 2014). O processo de descarbonização é referido por Hargroves *et al.* (2016) como um processo fundamental à correção dos vários impactos ambientais que têm sido registados ao longo dos anos como consequência do processo produtivo. Com o intuito de alcançar esta meta de forma viável, quer numa perspetiva de curto prazo - com a diminuição rápida de emissões -, quer de longo prazo - para a construção de uma estrutura firme ao nível económico e ambiental -, Rockström *et al.* (2017) destacam 4 dimensões chave: inovação, infraestruturas, instituições (sobre a qual é dado destaque ao papel da União Europeia) e investimentos.

Ao nível da zona ibérica, este processo é impulsionado sobretudo pelas políticas impostas pela União Europeia, como referem os autores anteriormente mencionados, por forma a se conseguir uma maior convergência entre os seus estados membros nesta matéria. Sartor *et al.* (2017) apresentam um estudo relativo à estratégia europeia para o processo de descarbonização dos seus estados membros, sendo esta caracterizada por ser consistente e com vista à coordenação entre aqueles que são os objetivos sociais e económicos. Contudo, estas vertentes nem sempre se conciliam, como demonstra o estudo de Lindemann (2015), sobretudo quando se trata de compatibilizar políticas económicas com políticas ambientais. Kozluk e Zipperer (2014) referem esta dificuldade, pois, se por um lado há necessidade de serem incrementadas políticas ambientais que visem a melhoria da qualidade ambiental - e ao qual está associado o processo de descarbonização – apoiando o investimento e introdução de tecnologias menos poluentes, por outro a economia e em específico a indústria, vêem os seus resultados afetados dado o aumento necessário dos custos em que terão de incorrer. Como forma de contornar este problema, Sartor *et al.* (2017) defendem que a Comissão Europeia tem em atenção as perspetivas de longo prazo onde os dois campos terão de ser compatíveis.

Para Portugal – e à semelhança dos restantes estados-membros – segundo a APREN¹ (2017), o processo de descarbonização da economia tem passado pela adoção do uso de energias renováveis e por isso menos poluentes no setor económico/industrial.

De um ponto de vista mais cético, o artigo de Åhman *et al.* (2017) refere que as medidas adotadas até à data para o combate às alterações climáticas têm incidido sobre questões como a melhoria na eficiência energética ou reduções nas emissões marginais, não tendo conseguido dar resposta direta ao processo de descarbonização das indústrias intensivas em energia.² Esta ideia é também defendida num estudo de Weber e Cabras (2017) acerca da passagem de uma indústria altamente poluente – com foco na Alemanha - para uma economia verde, onde afirma que até agora, e apesar de um aumento da produção de energia renovável, não se verifica uma diminuição significativa das emissões de CO₂ associadas à produção e uso de energia.

Åhman *et al.* (2017) alertam ainda para um ponto menos positivo referindo que, para que o processo de descarbonização se verifique, muitas vezes recorre-se a esquemas de compensação que poderão pôr em causa o livre comércio. Como solução, os mesmos autores explicam que para se alcançar a descarbonização de indústrias intensivas em energia é necessária uma resposta internacionalmente coordenada, sendo que na maior parte das vezes é dificultada pela falta de consenso global entre políticas ambientais, industriais, de concorrência e livre comércio.

Em suma, a utilização de fontes de energias renováveis tem sido apontada como o principal mecanismo de resposta ao processo de descarbonização, nomeadamente no combate aos problemas ambientais e climáticos como as emissões de CO₂ (Lavado, 2009). Desta forma, são elas que têm orientado a indústria e o sector económico e consequentemente a reestruturação do mercado.

A transição de energias poluentes para energias renováveis não tem sido um processo simples. Kunze e Becker (2014) salientam que muitas vezes o processo é impulsionado por forças/movimentos sociais que defendem a aposta em energias mais limpas como forma de combater a pobreza energética ou problemas como a segurança energética. De acordo com Zhang *et al.* (2015), apesar das várias dificuldades e obstáculos que se têm colocado ao processo de descarbonização, este continua a ser uma meta alcançável, comprovando com o exemplo da China – país que se destaca como tendo graves problemas ambientais e que ao longo do tempo

¹ Associação Portuguesa de Energias Renováveis.

² EII: *energy intensive industries* (expressão utilizada pelo autor ao longo do seu artigo).

tem apresentado melhorias.

Adicionalmente, Kunze e Becker (2014) salientam que para além das energias renováveis poderem ser adotadas por quase todas as nações – aproveitando os seus recursos endógenos - muitos outros problemas ficariam resolvidos com essa adoção, uma vez que estas não trazem associadas a si perigo de guerra em campos petrolíferos ou gasodutos, possíveis desastres radioativos, ou problemas climáticos, podendo ser produzida localmente e estando disponível a quase todos. Os mesmos autores afirmam que esta aposta traz incentivo ao desenvolvimento tecnológico, ideia que vai de encontro ao estudo de Rockström *et al.* (2017), onde é valorizada a inovação nos processos de transição para energias limpas.

Silva (2017), num artigo sobre segurança energética ao nível europeu, enfatiza a função que a criação de um mercado energético ao nível comunitário pode ter enquanto entidade reguladora e estabilizadora. O mesmo autor defende que a intervenção da União Europeia na promoção de um mercado competitivo e mais transparente combate os vários prejuízos causados pelo poder monopolista. Assim, torna-se importante uma maior intervenção no sentido de incentivar à criação de alternativas para o abastecimento de energia, diminuir a dependência energética, proteger o consumidor e tornar os preços mais competitivos.

Como referido no ponto introdutório deste estudo, existem mercados que são mais afetados que outros com a substituição das fontes de energia para fontes endógenas, como é o caso do mercado da eletricidade (Sims, R., 2003). Contudo, esta não foi a única alteração que existiu neste mercado ibérico da eletricidade nos últimos anos, tendo sido também sujeito a um processo de liberalização que pode ser posto em causa com a adoção de energias renováveis na produção de eletricidade e vice-versa (Lise *et al.*, 2006). Desta forma, no ponto seguinte será abordada a literatura acerca da evolução dos dois mercados, português e espanhol.

2.2. Mercado da eletricidade – caracterização e liberalização

Perceber as condições de mercado torna-se fundamental para um melhor entendimento da questão em estudo. Lise *et al.* (2006) referem, no seu trabalho que o mercado de energia elétrica se encontra num processo de transformação de um mercado que era fortemente monopolista para um mercado concorrencial. Contudo, este processo decorre, segundo os autores, a diferentes ritmos entre os vários países pertencentes ao espaço comunitário.

De acordo com Amorim, F. *et al.* (2013), o conjunto de atividades que compõem o mercado

elétrico era tradicionalmente controlado pela mesma entidade, resultando num mercado monopolista. Cruz (n.d), na mesma lógica do referido pelos autores anteriores, refere que o mercado de eletricidade era caracterizado por empresas que detinham toda a atividade ligada ao sector, desde a sua produção, ao transporte, à sua distribuição e comercialização, resultando num mercado verticalmente integrado e sem concorrência. A transição de um mercado monopolista para um mercado competitivo surgiu com o processo de liberalização, com o qual se começou a dar importância a temas relacionados com a abolição de barreiras e abolição dos monopólios que até então existiam. Segundo Jamasb e Pollitt (2005), a Europa está focada numa maior integração do mercado de energia elétrica insistindo para isso no processo de liberalização. Atualmente, e estando Portugal e Espanha integrados na União Europeia, as tendências de mercado nacionais convergem para as metas europeias.

Hoje, o mercado europeu da energia elétrica encontra-se dividido em 4 atividades: produção, transporte, distribuição e comercialização. De acordo com Amorim, F. *et al.* (2013), as atividades de distribuição e transporte encontram-se reguladas e são exercidas mediante a atribuição de concessões de serviço público, contrariamente às atividades de produção e comercialização que se encontram em regime de livre concorrência – conforme o estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 172/2006. As principais vantagens destacadas pela União Europeia com este processo, segundo Ferreira *et al.* (2007), prendem-se com uma maior transparência e proteção do consumidor dando origem a que estes possam escolher livremente os seus fornecedores. Estes por sua vez têm a vantagem de poder entrar livremente no mercado.

De acordo com Lise *et al.* (2006), esta segregação das atividades era um dos objetivos da União Europeia na construção do Mercado Interno de Energia, sendo que esta estrutura competitiva já é uma realidade de alguns países nórdicos, ao passo que em países mediterrâneos esta estrutura ainda não se encontra bem definida. Karan e Kazdagli (2011) defendem que cabe à União Europeia, enquanto instituição, desenvolver uma estratégia política que favoreça um mercado de energia elétrica competitivo entre os estados-membros.

A União Europeia, numa perspetiva de uma maior integração, tem trabalhado no sentido da criação de um mercado único de energia (Parlamento Europeu, 2018). De acordo com Karan e Kazdagli (2011) a abordagem europeia assenta em 3 pilares que já têm vindo a ser mencionados: segurança energética, mercados competitivos e desenvolvimento de fontes de energias renováveis gerando maior eficiência energética. Assim, Ferreira *et al.* (2007) alertam que a liberalização não

deve ser encarada como um fim, mas como um meio para alcançar estes três pilares da UE.

Na década de 1990, a UE procurou transformar os mercados monopolistas dos seus estados-membros em mercados de concorrência. Para isso, foram criadas diretivas a favor da liberalização, tendo a primeira destinada à eletricidade ocorrida em 1996, a segunda em 2003 e a terceira em 2009. Com a criação das duas primeiras os consumidores passaram a ser livres de escolher os seus fornecedores com mais possibilidades de escolha. Mas só com a adoção da terceira é que foi pensado no total processo de liberalização que conduziria à criação do mercado interno da energia (Parlamento Europeu, 2018).

No caso do mercado espanhol e do mercado português, a sua descentralização do mercado foi motivada pela criação do Mercado Ibérico da Energia Elétrica (MIBEL) que veio promover as trocas entre os dois países originando padrões de concorrência mais fortes existindo uma grande possibilidade para uma diminuição significativa do preço da eletricidade (Ferreira *et al.*, 2007). A criação deste mercado, visa não só promover o sistema elétrico dos dois países, sendo um passo importante da construção do Mercado Interno de Energia, como também beneficiar e garantir aos clientes contextos de transparência e livre concorrência (Resolução da Assembleia da República n.º 23/2006).

Com o processo de liberalização e a criação do MIBEL, o mercado da eletricidade converge agora para uma estrutura competitiva tirando lugar à antiga estrutura monopolista (Catalão *et al.*, 2007).

Com a adoção deste processo, os impactos da liberalização têm sido cada vez mais alvo de vários estudos. Numa análise ao mercado da energia elétrica, Lise *et al.* (2006), afirmam que ainda não existe grande conhecimento sobre as verdadeiras consequências deste processo podendo as mesmas apresentarem uma vertente mais ambígua. Pois, se por um lado o mercado se torna mais eficiente, gerando benefícios sociais e económicos, por outro a descida de preços associada a uma concorrência mais forte pode resultar num aumento tão acentuado da procura que os recursos naturais passam a ser sobre explorados.

Segundo Pimpão (2013), é importante realçar que apesar de seguirmos orientações intracomunitárias, a estrutura do mercado de energia elétrica difere de estado-membro para estado-membro, nomeadamente na sua produção. As fontes de energia utilizadas por cada país são diferentes.

Ainda no mesmo estudo, o autor conclui que Portugal poderá tornar-se mais competitivo

apostando cada vez mais em energias renováveis, o que permitirá a entrada de novos concorrentes no mercado nacional. Contudo, enquanto esta ideia leva a crer em benefícios para o mercado, um estudo de Blazquez *et al.* (2018) mostra que o foco na utilização de energias renováveis pode vir a ser uma dificuldade no funcionamento do mercado liberalizado. E aqui, surge a ideia do paradoxo em que este estudo se centra.

2.3. As vertentes paradoxais

A questão fulcral do estudo de Blazquez *et al.* (2018) centra-se no facto da aposta em energias renováveis poder ter um efeito ambíguo em mercados liberalizados. Dado que um mercado liberalizado se assemelha a um modelo de mercado de concorrência perfeita, o mesmo é posto em causa, dadas as características próprias deste mercado. Este autor dá como exemplo os custos marginais “quase” nulos. Ora, o mesmo explica que, dado o investimento inicial necessário para a entrada neste mercado, que só por si já constitui uma barreira, nenhuma entidade quererá passar por esse custo sem que obtenha retorno futuro, pelo que o preço a praticar neste mercado passará a ser em muito superior ao custo marginal. Esta situação opõe-se ao pressuposto definido pela concorrência perfeita em que o preço deve igualar o custo marginal. Esta teoria paradoxal vai de encontro ao abordado por Batista (2014), que demonstra no seu estudo como o mercado energético português ainda se encontra longe de funcionar como mercado liberalizado uma vez que os obstáculos à concorrência subsistem.

Apresentadas estas características paradoxais, Thomas (2006), afirma ser difícil perceber a tendência para o futuro do mercado energético europeu sendo que o cenário concorrencial não será o mais provável. O autor entende que uma excessiva regulação deste mercado poderá não se traduzir numa maior segurança energética, como têm sugerido outros autores. Para Karan e Kazdagli (2011), o mercado da energia elétrica está bastante longe da meta final estabelecida pela União Europeia. A mesma ideia é defendida por Ferreira *et al.* (2007), onde no seu estudo refere que para atingir os objetivos propostos com a liberalização, não basta que o mercado seja totalmente aberto, tem de ser fortemente competitivo, apresentando um grande número de intervenientes quer do lado da oferta quer do lado da procura. Tem ainda de apresentar uma maior transparência e preços mais competitivos. Mas estas são as características que Karan e Kazdagli (2011) dizem estar em falta para o cumprir da meta final.

Enquanto nos dirigirmos nesta trajetória, Karan e Kazdagli (2011) asseguram que o benefício

garantido pela mesma relaciona-se com o aumento do investimento em torno da inovação que é feita nas atividades económicas ligadas à exploração de fontes de energia renováveis, fortalecendo por sua vez este mercado. De acordo com Serena (2014) já não há forma de voltar atrás. O único rumo a tomar deve ser ao nível da resolução dos problemas que persistem sendo que a mesma deve ser feita de forma planeada e coordenada entre os vários estados-membros.

2.4. Análise à metodologia a aplicar – resumo empírico

Para análise aos pressupostos que foram analisados nos pontos anteriores, procedeu-se à recolha de informação das metodologias que têm vindo a ser utilizadas por diversos autores para o estudo de temas relacionados. Com esta recolha, pretendeu-se determinar as variáveis relevantes para o estudo – as quais serão apresentadas e analisadas no capítulo 3 - assim como a metodologia mais adequada.

Este estudo pretende analisar a caracterização do mercado no momento que sucedeu o processo de liberalização procurando sintetizar todas alterações que decorreram desse processo, apurando de que forma ocorreu uma mudança na sua dinâmica competitiva. Para isso, várias foram as variáveis e metodologias utilizadas por outros autores para a conclusão sobre o nível de concorrência de que o mercado da eletricidade é característico. Assim, torna-se importante a correta definição das variáveis em estudo e do modo mais correto de as testar.

Na tabela 1 encontra-se resumida a literatura empírica sobre estudos nestas áreas que funciona como elo de ligação entre a teoria exposta anteriormente e o capítulo metodológico que se seguirá.

Tabela 1 – Resumo de Empírico

| Autor/Ano | Título | Objetivo | Metodologia | Variáveis | Conclusão |
|-----------------------------------|--|--|--|--|---|
| Moreno, Garcia-Álvarez (2011) | <i>“Analysing the effect of renewable Energy Sources on Electricity Prices in Spain. A maximum Entropy Econometric Approach”</i> | Procura analisar a influencia das energias renováveis no preço da eletricidade para Espanha. | Modelo econométrico: <i>maximum entropy</i> (método da máxima entropia). | - Preço da eletricidade; - Eletricidade gerada por energia nuclear; - Eletricidade gerada por energia gás natural; - Eletricidade gerada por fontes petrolíferas; - Eletricidade gerada por energia eólica; - Eletricidade gerada por energia hidráulica; - Eletricidade gerada por carvão | Concluiu-se que energias renováveis levam à diminuição do preço da eletricidade, contrariamente ao efeito das energias fósseis que levam ao aumento do preço da eletricidade. |
| Madaleno, Moutinho e Mota (2015) | <i>“Time relationships among Electricity and Fossil Fuel Prices: Industry and Households in Europe”</i> | Análise à relação entre o preço da eletricidade e o preço de combustíveis fósseis. Este estudo não considera energias renováveis mas demonstra como é analisada a variação dos preços da eletricidade tendo em conta a fonte de energia utilizada. | Modelo econométrico: VECM para dados em painel | - Preço da eletricidade; - Preço do carvão; - Preço do gás natural; - Preço do petróleo; | Concluiu-se sobre uma forte relação entre os preços da eletricidade e o preço dos combustíveis fósseis. |
| Silva S, Soares I, Pinho C (2012) | <i>“The impact of renewable energy sources on economic growth and CO2 emissions - a SVAR approach”</i> | Análise à relação entre a geração de energia por via de fontes de energia renováveis e o crescimento económico na Península Ibérica. | Modelo econométrico: SVAR (<i>Structural vector autoregressive</i>). | - PIB; - Emissões de carbono; - Produção de energia renovável; - Preços do petróleo. | Concluiu-se que no agregado a produção e energia e o crescimento económico (PIB) têm impacto nas emissões de carbono contudo, a produção de energia hidroelétrica tem uma relação negativa com esta variável. |
| Moreno e Lopez (2011) | <i>“The impact of renewable Energies and Electric Market Liberalization on Electrical prices in the European Union. An Econometric Panel Data Model”</i> | Avaliar o efeito da eletricidade gerada a partir de energias renováveis e da liberalização do mercado no preço da eletricidade. | Método econométrico: <i>Hausman test</i> . | - Preço da eletricidade; - Eletricidade gerada por energias renováveis; - Emissões de carbono; - Quota de mercado do maior gerador de energia elétrica; - PIB per capita | Concluiu-se que as energias renováveis provocam um aumento no nível dos preços da eletricidade, contrariamente às energias fósseis. Adicionalmente o estudo mostra que o processo de liberalização não se traduz diretamente em preços mais competitivos. |
| Lucas (2017) | <i>“The impact of renewable energies on the electricity”</i> | Procura perceber o impacto da geração de eletricidade (distinguindo energias | Modelo econométrico: VAR. | - Preço da Eletricidade; - Eletricidade gerada por fontes | Concluiu-se que a curto prazo, a eletricidade produzida a partir de fontes |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|
| | <i>generation costs and final prices in Portugal</i> | subsidiadas de energias não subsidiadas) por via de energias renováveis no preço da eletricidade em Portugal | | de energias renováveis; - Eletricidade gerada por fontes de energia não renováveis. | renováveis subsidiadas diminui o preço do mercado de eletricidade em Portugal, enquanto que a eletricidade produzida a partir de fontes não subsidiadas faz aumentar o preço da eletricidade. |
|--|--|--|--|--|---|

Fonte: Elaboração própria

3. Modelo Empírico

3.1. Dados e Metodologia

Para a análise das questões que têm sido levantadas, procurou-se encontrar os dados que mais se ajustassem às problemáticas abordadas nos capítulos anteriores. Assim, a par de uma abordagem adequada, será possível retirar conclusões que permitam responder às hipóteses apresentadas ao longo da revisão de literatura.

O foco deste estudo centra-se em perceber se aquilo que seria esperado de um mercado que passa a liberalizado, por forma a alcançar um maior nível de eficiência, é ou não compatível com a pressão para a adoção de recursos ambientalmente sustentáveis. Por outras palavras, pretende-se perceber se o mercado da eletricidade pode e consegue verificar os seus preços mais competitivos – entre outras características de concorrência garantidas pela liberalização – adotando novos recursos benéficos do ponto de vista ambiental, muitas vezes intermitentes e que implicam custos estruturais elevados, para a geração deste bem.

Para o estudo desta temática, utiliza-se um período que compreenderá dados entre 2008 e 2015. Desta forma, conseguiremos perceber a evolução das variáveis alvo de estudo após o processo de liberalização. Os dados para este período são mensais e por isso a metodologia deste estudo irá compreender uma amostra de 96 observações para cada uma das variáveis. A escolha deste período incidiu sobre o facto de estarmos a analisar o pós processo de liberalização que ocorreu em 2007 até à data mais atual que a disponibilidade de dados para a totalidade das variáveis permitia. Adicionalmente, o estudo será aplicado aos dois países que compõem o MIBEL: Portugal e Espanha. Desta forma, será possível analisar se os mesmos apresentam as mesmas tendências para o período considerado, sendo ainda possível a construção de uma análise comparativa entre ambos.

Por conseguinte, o preço a que é vendida a energia para geração da eletricidade às grandes entidades compõe a variável dependente deste estudo. Assim, procurar-se-á medir o impacto de variáveis socioeconómicas, que se relacionam com a questão ambiental, e características do mercado, que traduzem as alterações após a adoção do mercado Ibérico, no preço deste bem.

Para obtenção desta variável, procurou-se informação junto do OMIE³ (*Operador del Mercado Ibérico de Energia*), onde são publicados dados diariamente relativos ao mercado da eletricidade e gás natural – estes dados nem sempre são de fácil acesso pelo que esta entidade foi contactada

³ Página oficial do OMIE: <http://www.omie.es/inicio>.

por *email* por forma a conseguir-se obter a informação desejada relativa aos preços da eletricidade para Portugal e Espanha.

Como variáveis que pretendem representar as alterações do mercado da eletricidade com o tempo, refletindo alterações do preço, foram selecionadas: a geração de eletricidade por fontes de energia renovável⁴ (GW/h – média mensal), a geração de eletricidade por fontes de energia fóssil⁵ (GW/h - média mensal), o nível de exportações de eletricidade⁶ (GW/h - média mensal), o nível de importações de eletricidade⁷ (GW/h - média mensal) e a quota do mercado ibérico⁸ da entidade com maior volume de vendas do mercado.

Para todas as variáveis mencionadas será feita uma análise de estatística descritiva por forma a serem analisados os comportamentos das mesmas ao longo do tempo, sendo que numa fase final do modelo empírico as mesmas serão relacionadas com os resultados econométricos quando se justifique.

A escolha destas variáveis procurou ter em conta que cada vertente económica fosse representada pelas mesmas. Isto é, procurou-se que as variáveis representassem o mercado nos últimos anos ao nível a) micro, ou seja de processos internos à indústria – que neste caso é representado pela forma como é gerada a eletricidade implicando mais ou menos custos consoante o tipo de energia utilizado, b) macro, através de variáveis que representam o comportamento do mercado nas suas relações com o exterior e que traduzem a sua capacidade de obtenção do produto, c) e por fim na inclusão de uma das principais características de concorrência perfeita, a quota de mercado – ligando de forma mais direta no que se traduziu o processo de liberalização para este mercado. A justificação para a escolha destas variáveis nas alterações do mercado e influência/impacto sobre o preço da eletricidade será mais aprofundada conforme a apresentação da sua evolução ao longo dos últimos anos no próximo ponto deste estudo, 3.1.1.

A metodologia utilizada será de dados em séries temporais, uma vez que serão usadas séries temporais e seccionais, ou seja, será estudado o comportamento dos países selecionados – Portugal e Espanha – ao longo de todos os meses do período 2008-2015, mas de modo individual por país.

⁴ <https://www.iea.org/classicstats/monthlystatistics/monthlyelectricitystatistics/>.

⁵ <https://www.iea.org/classicstats/monthlystatistics/monthlyelectricitystatistics/>.

⁶ <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.

⁷ <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.

⁸ Relatórios mensais publicados pelo MIBEL - 96 na totalidade dado tratarem-se de informação mensal.

O método a utilizar para o estudo do impacto das variáveis explicativas acima mencionadas sobre o preço da eletricidade terá por base uma análise síntese com estatística descritiva e complementada pela realização de testes econométricos. A mesma metodologia é adotada por diversos autores no estudo de impactos entre as mais diversas componentes económicas no sentido de encontrar relações entre fenómenos, como por exemplo os estudos realizados por Menezes e Dionísio (2011), Sharmin e Khan (2016), Borda d'Água (2017) e Lucas (2017). A metodologia a aplicar e as respetivas conclusões obtidas dos resultados serão apresentadas segundo a teoria dos livros Oliveira *et al* (2000) e Wooldridge (2002). Primeiramente, as variáveis serão testadas quanto à existência de raízes unitárias, quanto à cointegração do modelo - a fim de perceber se o modelo pode ser estimado pelo VAR (*Vector Autoregression*) ou se deverá ser utilizado o VECM (*Vector Error Correction Model*) -, quanto à existência de autocorrelação, normalidade dos resíduos e heterocedasticidade. Por fim, e no sentido de interpretação das relações entre as variáveis, serão analisados os resultados ao teste de causalidade de Granger, função impulso-resposta e decomposição da variância. O programa utilizado para a realização destes testes foi o *Eviews*.

Assim, serão consideradas as seguintes variáveis:

$P_{i,t}$ – Preço de eletricidade (GW/h);

$EER_{i,t}$ – Eletricidade gerada por fontes de energia renovável (GW/h);

$EENR_{i,t}$ – Eletricidade gerada por fontes de energia não renovável (GW/h);

$EEE_{i,t}$ – Eletricidade exportada (GW/h);

$IEE_{i,t}$ – Eletricidade importada (GW/h);

$Q_{i,t}$ – Quota do mercado ibérico da entidade com maior volume de vendas (medida percentual).

Por forma a colocar estas variáveis comparáveis, as mesmas foram logaritmizadas à exceção da quota de mercado que já é dada em termos percentuais. Com isto, o modelo a estimar é dado por:

$$\text{Modelo 1: } \log p_{i,t} = f(\log eer_{i,t}, \log eenr_{i,t}, \log eee_{i,t}, \log iee_{i,t}, \text{quota}_{i,t}) \quad (1)$$

3.1.1 Estatística descritiva

Neste ponto serão apresentadas, em mais pormenor, as variáveis selecionadas para o estudo do tema levantado. Será dado um enquadramento teórico justificando a sua inclusão no modelo a estimar e será ainda feita uma análise à evolução de cada uma pelos seus valores absolutos.

Na figura 1, encontra-se a informação geral quanto às características de estatística descritiva de todas as variáveis consideradas no modelo, sendo que algumas, e quando pertinente, serão analisadas através de gráficos de tendência para conhecer a sua evolução.

Figura 1 - Análise descritiva de dados: Portugal e Espanha.

| | P | | EER | | EENR | | EEE | | IEE | | Q |
|----------------------|---------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| | Espanha | Portugal | Espanha | Portugal | Espanha | Portugal | Espanha | Portugal | Espanha | Portugal | ES/PT |
| Média | 46,30 | 47,40 | 7.317,24 | 1.804,18 | 16.217,33 | 2.313,93 | 1.293,54 | 330,48 | 719,05 | 677,58 | 22,40 |
| Mediana | 47,14 | 48,02 | 7.064,56 | 1.529,14 | 15.979,11 | 2.339,13 | 1.323,00 | 278,00 | 700,00 | 686,50 | 21,00 |
| Máximo | 73,03 | 76,55 | 12.706,80 | 4.123,96 | 22.995,68 | 3.396,60 | 1.838,00 | 1.169,00 | 2.233,00 | 1.184,00 | 72,00 |
| Mínimo | 17,12 | 15,41 | 3.904,22 | 806,17 | 10.200,19 | 1.036,02 | 803,00 | 38,00 | 217,00 | 215,00 | 17,00 |
| Desvio-padrão | 11,46 | 12,75 | 2.010,48 | 796,90 | 2.677,20 | 576,02 | 219,47 | 218,04 | 322,79 | 216,00 | 7,25 |

Fonte: Elaboração própria (obtida usando o *Eviews*)

Os dados apurados acima relativos à estatística descritiva das variáveis selecionadas servirão de apoio aos pontos que se seguem. Irá ser dado sobretudo destaque à média, máximo e mínimo por forma a serem analisadas oscilações mais vincadas.

3.1.1.1 Evolução do Preço da Eletricidade

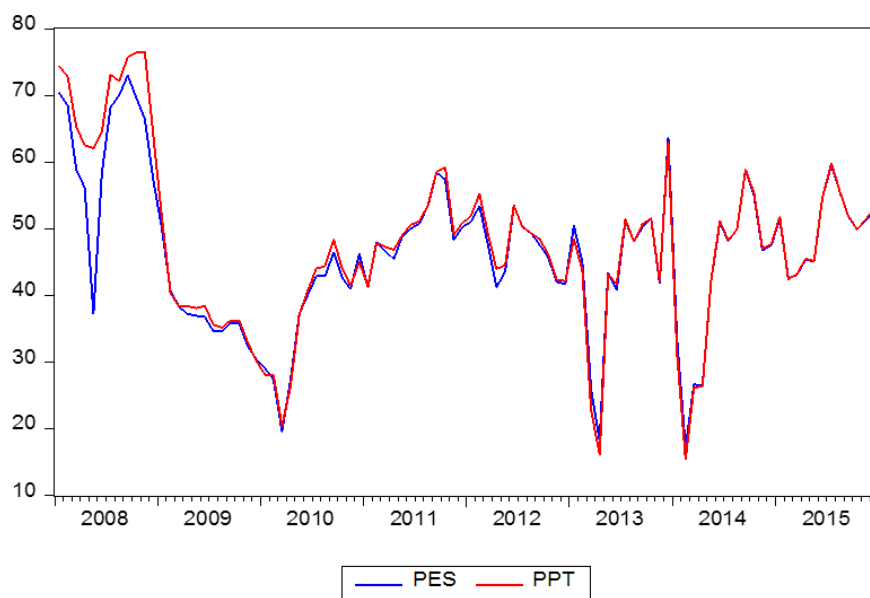
O objetivo deste estudo centra-se na caracterização do mercado no momento posterior à sua liberalização. Com o que foi apontado no capítulo 2, este processo implicou uma dinâmica no mercado que poderá impactar na sua caracterização. Nesse sentido, este estudo pretende resumir no que se traduziram essas alterações e que impacto tiveram no funcionamento do mercado à luz da teoria económica. Assim, por forma a medirmos este impacto, a variável selecionada será dada pela evolução do preço da eletricidade – que constituirá a variável dependente deste estudo e onde todas as restantes podem ter impactado nos últimos anos. As dinâmicas do mercado no período considerado serão dadas através das restantes variáveis, que constituirão as variáveis explicativas.

Neste mesmo sentido, existem autores que terão utilizado variáveis e lógicas semelhante para a determinação do impacto no preço deste bem. O estudo de Moreno e Garcia-Álvarez (2011)

procurou analisar a influência das energias renováveis – que segundo a literatura é uma tendência do mercado que pode provocar alterações – no preço da eletricidade em Espanha, onde foi concluído que estas levariam à diminuição do nível dos preços. O mesmo resultado foi encontrado no estudo de Lucas (2017), com a diferença de que este autor estudou o impacto em Portugal e através de uma metodologia VAR, diferente da utilizada por Moreno e Garcia-Álvarez (2011) que utilizaram o método da máxima entropia. Para o presente estudo, a metodologia utilizada é semelhante, contudo será aplicada a Portugal e Espanha conjuntamente e contará ainda com variáveis macroeconómicas e do próprio mercado para medir o impacto nos preços. Contrariamente ao que foi concluído nas pesquisas mencionadas acima, a investigação de Moreno e López (2011), numa análise ao panorama da União Europeia, revela precisamente a ideia contrária de que as energias renováveis provocam um aumento no preço da eletricidade, revelando ainda que o processo de liberalização não se traduz diretamente em preços mais competitivos.

Desta forma, optou-se por utilizar o preço como uma medida para analisar e concluir quanto ao mercado da eletricidade. Uma vez que o impacto da mesma será alvo de estudo econométrico mais à frente, passa-se agora à análise da sua evolução em termos absolutos para os dois países para que seja possível perceber a linha de tendência.

Gráfico 1 – Evolução do preço da eletricidade em Portugal (PPT) e Espanha(PES)



Fonte: Elaboração própria (obtida usando o *Eviews*)

Primeiramente, é possível constatar que os preços registados em Portugal e Espanha são muito próximos e com o mesmo comportamento – revelando aqui o efeito do MIBEL. Apesar de contar com algumas oscilações é possível encontrar alguma tendência na evolução do preço entre o ano de 2008 e 2015. Verifica-se uma diminuição mais acentuada nos primeiros dois anos que seguiram o processo de liberalização, tendo depois vindo a estabilizar no intervalo de 40€/MWh a 55€/MWh. Esta diminuição, como foi visto no ponto 2, pode traduzir um mercado mais estável e competitivo. Contudo, esta conclusão apenas poderá ser retirada após a execução de todos os testes econométricos a fim de incrementar mais fiabilidade na resposta à pergunta que este estudo levanta.

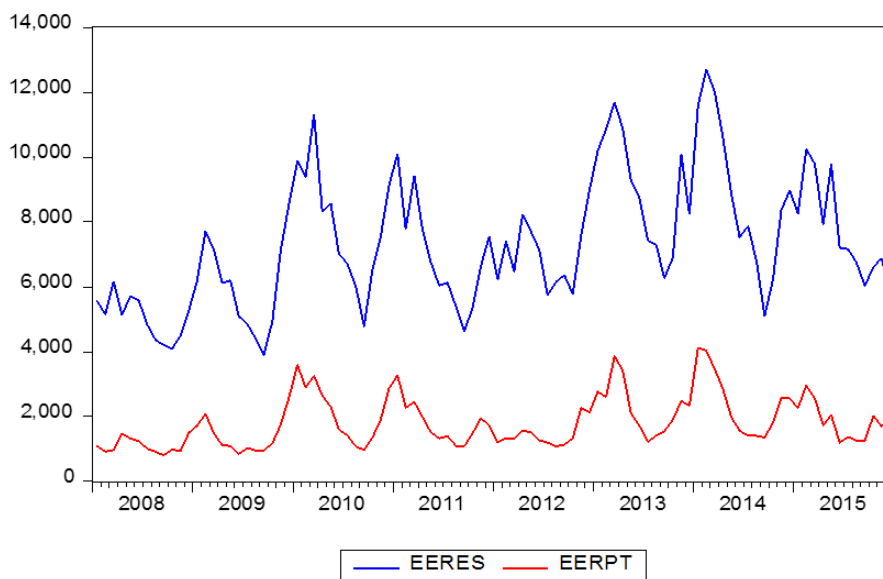
3.1.1.2 Variáveis microeconómicas: Evolução da Eletricidade Gerada por Energia Renovável e por Energia Não Renovável

Como referido na análise à inclusão do preço no modelo a estimar, muitos autores escolhem a geração de eletricidade através de fontes renováveis como variável a impactar no preço deste bem. Isto acontece, uma vez que esta é cada vez mais uma característica deste mercado pela pressão feita sobre a indústria para um maior cuidado ambiental no decorrer da sua atividade, dado esta ser constantemente confrontada com impactos sobre o ambiente, como demonstra o estudo de Cherniwchan, (2012). Numa conferência realizada pelo *World Bank*, a relação entre o comércio liberalizado e a preocupação ambiental foi vista como ambígua e que carece de políticas ajustadas e específicas para não comprometer o processo produtivo de uma dada indústria (Low, 1992). Desta forma, a energia renovável aparece como solução aos problemas ambientais. Contudo, dado que isto poderá implicar uma alteração dos preços é importante ser considerada no modelo a estimar. Por diversas vezes, e como exposto acima, os resultados diferem entre os autores quanto à relação entre o preço e a energia renovável na produção de eletricidade – muitas vezes devido à metodologia que é utilizada.

Desta forma, esta variável é considerada relevante no sentido em que a literatura encontra uma relação entre esta e o preço. Assim, procedeu-se ao levantamento de dados através do site da *IEA*⁹ a partir dos quais foi possível construir o gráfico 2 onde é representada a evolução desta variável.

⁹ *International Energy Agency* - <https://www.iea.org/classicstats/monthlystatistics/monthlyelectricitystatistics/>.

Gráfico 2 – Evolução da eletricidade gerada por energia renovável em Portugal (EERPT) e Espanha (EERES)

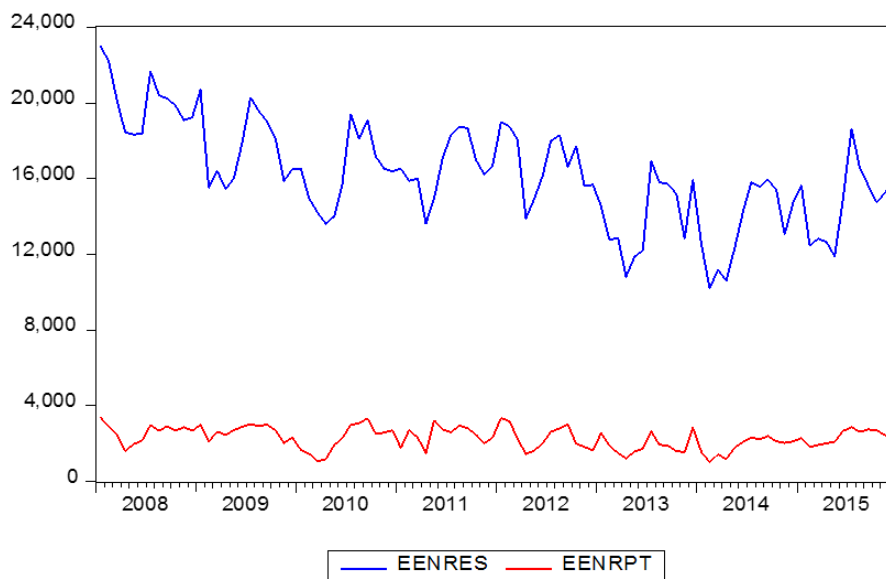


Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Com o gráfico 2, é possível verificar que para ambos os países, e embora de forma pouco acentuada, a eletricidade com recurso à energia renovável tem vindo a aumentar. Este aumento terá ganho mais expressão a partir do final de 2012, momento a partir do qual Portugal e Espanha registaram os maiores picos relativamente ao período no seu total. Este comportamento é esperado dada a mudança estrutural da indústria, que tem implicado alterações do nível de produtividade para fazer face aos objetivos ambientais traçados pelas políticas ambientais que têm sido delineadas (Kozluk e Zipperer, 2014).

Uma vez encontrada a tendência para a produção de eletricidade por fontes renováveis, é esperado que seja detetada uma tendência inversa quanto à quantidade que é gerada por via de energias não renováveis. Assim, do mesmo modo, foram recolhidos dados para esta variável através da *IEA*, com o intuito de comparar a sua tendência com a tendência da variável analisada anteriormente. De seguida, é representado o gráfico 3 correspondente à eletricidade gerada por fontes não renováveis durante o período em análise.

Gráfico 3 – Evolução da eletricidade gerada por energia não renovável em Portugal (EENRES) e Espanha(EENRPT)



Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Conforme o que era esperado, de facto esta variável apresenta uma diminuição ao longo do tempo, sobretudo no mercado Espanhol. É no período a partir do final de 2012 que se encontram os picos menores da quantidade de eletricidade produzida – que corresponde ao período onde foram registadas as maiores quantidades de eletricidade gerada por fontes renováveis.

Ainda que seja apresentada uma tendência descendente desta variável, os seus valores continuam a ser superiores à quantidade de eletricidade gerada por fontes de energia renovável.

3.1.1.3 Variáveis macroeconómicas: Evolução da Eletricidade Exportada e Importada

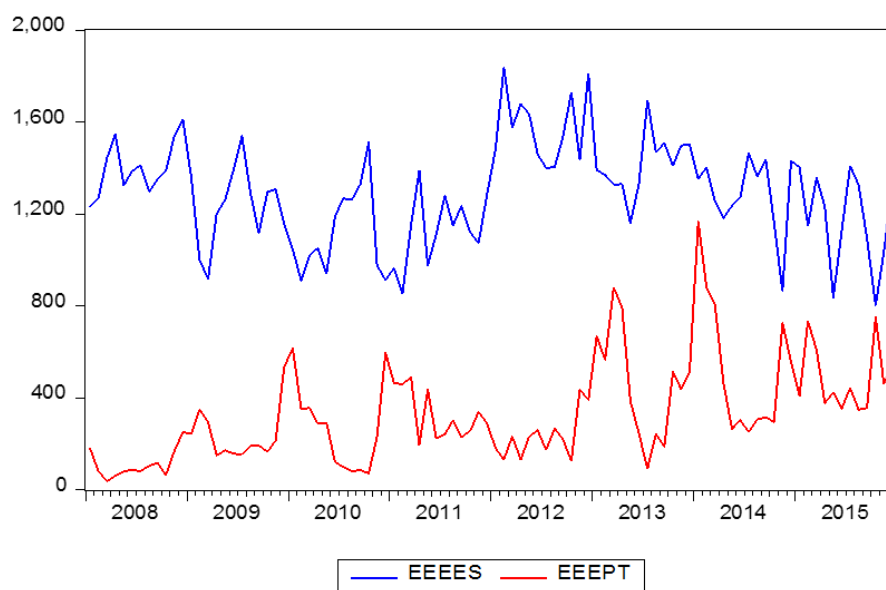
Ao seleccionar as variáveis a incluir no estudo da evolução dos preços da eletricidade, procurou-se que fosse abrangido o campo macroeconómico e por isso mais externo e ligado ao comportamento do mercado deste produto. Desta forma, foi encontrado na variável de eletricidade exportada e importada o cumprimento deste critério. Estas são encontradas em alguns artigos de vários autores, como no caso do estudo de Altintas e Melike (2013) onde é estudada a relação entre o crescimento económico, o preço da eletricidade, a geração de eletricidade e exportações, no qual foi identificada uma relação de curto prazo entre as duas últimas. Com esta

evidência da possibilidade da exportação poder impactar no preço, a mesma é considerada no modelo a estimar no próximo ponto deste estudo. No que concerne à importação de eletricidade, apesar de não estar incluída num estudo de previsão de preços da eletricidade de Catalão *et al.* (2007), é uma variável que pode influenciar o preço da eletricidade segundo estes autores.

Ao recolher informação relativa a estas duas variáveis para o período considerado, procedeu-se à construção de gráficos de tendência de ambas para que pudessem ser construídas conclusões quanto à sua evolução durante o período de 2008 a 2015. Dado que a tendência para a exportação de eletricidade se mostrava mais expressiva, optou-se por apresentar apenas esta variável. Quanto à importação decidiu-se efetuar uma análise mais abrangente através da análise à balança comercial da eletricidade para os dois países.

O gráfico 4, relativo à evolução da exportação, permite retirar diferentes conclusões, sendo que as mesmas diferem entre os dois países.

Gráfico 4 – Evolução da eletricidade exportada em Portugal (EEEPT) e Espanha (EEEEES)



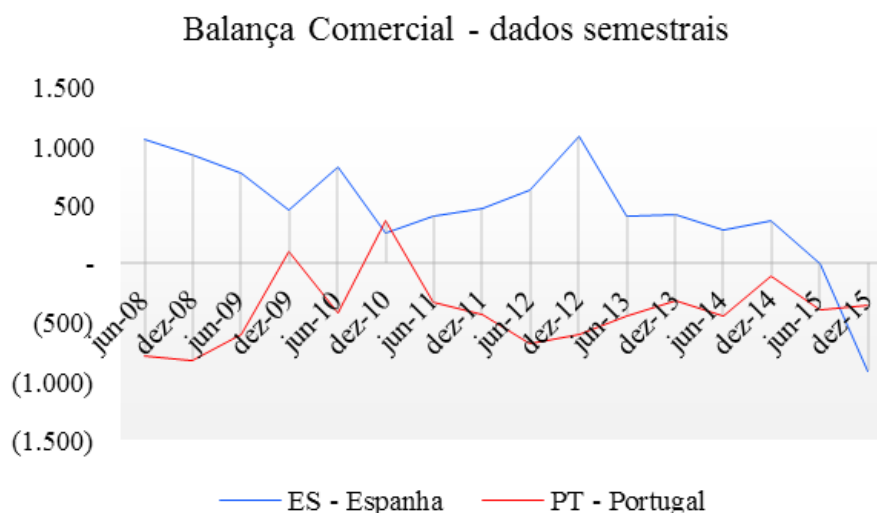
Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

A partir deste *output*, obtido pelo *Eviews*, é possível constatar uma divergência ao longo dos anos entre a tendência de Espanha – que se mostra descendente – e a tendência portuguesa – que se encontra em modo ascendente. Estes dois comportamentos opostos mostram que poderá haver entre os dois países um mecanismo de compensação. Com a instalação do MIBEL passou a ser

promovido um mercado elétrico conjunto entre Portugal e Espanha¹⁰, pelo que é esperado um aumento do volume de trocas comerciais entre os dois.

A ideia da criação de um equilíbrio entre os dois países é ainda mais visível quando pensamos na balança comercial de ambos. Foram utilizados os valores referentes à exportação e importação de eletricidade para cada país por forma a obter-se a balança comercial, dada pela diferença entre as duas, relativa à eletricidade que traduz a ideia exposta acima. Com o apuramento desta construiu-se o gráfico 5.

Gráfico 5 – Balança comercial de eletricidade para Portugal e Espanha construída a partir de dados relativos à importação e exportação de eletricidade retirados do Eurostat



Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Pelo gráfico 5 vemos que a tendência que se observava em 2008 - que diferia entre os dois países - torna-se agora (em 2015) mais convergente e próxima de zero, sendo explicada por acontecimentos passados, nomeadamente o surgimento do MIBEL que levou a que as trocas deste produto passassem a ser feitas maioritariamente entre os dois países. Esta ideia de um maior reforço entre as trocas entre os dois países, é mencionada ao longo do estudo de Monteiro (2015).

¹⁰ Informação retirada da página do MIBEL - <http://MIBEL.com/>.

3.1.1.4 Variáveis de caracterização do mercado: Evolução da Quota do Mercado Ibérico

Por forma a utilizar uma variável que medisse o grau de concentração do mercado ibérico, foi selecionada a maior quota de mercado das entidades que o compõem. Constatou-se na revisão da literatura, que esta encontra-se associada ao preço uma vez que quanto maior a concentração, maior o poder da empresa dominante em praticar os seus preços estabelecendo um limite a partir do qual impediria a entrada de novas empresas (Martin, 2000). Adicionalmente, a necessidade de inclusão desta variável foi também verificada no estudo de Moreno e López (2011) para medir o impacto das energias renováveis e da liberalização do mercado da eletricidade no preço da mesma ao nível da União Europeia. Nesse estudo foi apurada uma relação inversa entre a quota de mercado e o preço da eletricidade.

A dificuldade encontrada na recolha desta informação incidiu sobre o facto de não ter sido encontrada uma base de dados mensais disponível, apenas dados anuais. Deste modo, procedeu-se à recolha de informação mensal através do Boletim Mensal do MIBEL, onde a partir dos 96 relatórios, foi possível reunir dados relativos à quota do mercado ibérico a testar no *Eviews*. Uma vez que esta não era dada em percentagem, mas sim em volume de vendas de cada empresa, procedeu-se ao cálculo da respetiva quota para cada mês sendo posteriormente selecionada a empresa com maior quota para poder integrar a base de dados construída.

3.1.2 Modelo Econométrico – Aplicação a Espanha e Portugal

A metodologia econométrica a aplicar seguirá uma ordem lógica própria para que o modelo seja estimado com o maior rigor possível.

O teste irá iniciar-se com a classificação das variáveis enquanto estacionárias ou não estacionárias, sendo que para isso serão utilizados testes às raízes unitárias de cada série. Conforme este resultado, e no caso das mesmas apresentarem resultados distintos, é necessário colocá-las integradas à mesma ordem para que se possa prosseguir com os passos seguintes.

Após garantido este ponto, passa-se ao teste do *lag* ótimo para estimação do modelo. O mesmo será selecionado através de 5 critérios distintos a analisar no devido capítulo.

Posteriormente, será estimado um modelo tendo em conta o *lag* ótimo, onde se irá testar quanto à cointegração. Neste passo, será decidido se o modelo deve ser estimado segundo um modelo VAR ou um modelo VECM – corrigido dos níveis de relação encontrados pelo teste.

Com estes passos executados, passa-se à estimação do modelo, testando quanto à autocorrelação, quanto à normalidade dos resíduos e quanto à heteroscedasticidade, percebendo assim se existe eficiência sobre o modelo de forma a que se possa concluir sobre as relações existentes entre as variáveis.

Garantidos estes pontos, será feita, finalmente, a análise aos resultados ao teste da causalidade de Granger, função de impulso-resposta e, posteriormente, à decomposição da variância. É importante referir que nos vários testes efetuados, e em termos convencionais, o nível de significância utilizado será de 5%.

3.1.2.1 Teste de raízes unitárias

Neste ponto do trabalho, as séries selecionadas serão analisadas quanto à sua classificação enquanto estacionárias – $I(0)$ quando uma série varia em torno de uma média constante sem que seja identificada uma tendência – ou não estacionárias $I(1)$ – quando é possível identificar uma tendência ao longo do tempo – através de testes de raízes unitárias. O objetivo de clarificar esta diferenciação centra-se na escolha do modelo mais adequado para proceder à sua estimação.

Para a categorização das séries nos dois conceitos acima identificados, procede-se ao teste ADF (*Augmented Dickey–Fuller*) sendo os seus resultados confrontados com o teste PP (*Phillips-Perron*) para que seja possível uma conclusão mais fiável. Os dois testes têm em consideração a existência do desfasamento entre a variável dependente na equação a estimar (Andrade, 2004). Assim, este teste será aplicado a cada série sob a seguinte forma de regressões:

$$\Delta P = c + \alpha P_{t-1} + \xi_t \quad (2)$$

$$\Delta EER = c + \alpha EER_{t-1} + \xi_t \quad (3)$$

$$\Delta EENR = c + \alpha EENR_{t-1} + \xi_t \quad (4)$$

$$\Delta EEE = c + \alpha EEE_{t-1} + \xi_t \quad (5)$$

$$\Delta IEE = c + \alpha IEE_{t-1} + \xi_t \quad (6)$$

$$\Delta Q = c + \alpha Q_{t-1} + \xi_t \quad (7)$$

Assim, a apresentação da formulação das hipóteses a testar recairá sobre a componente de desfasamento que se compõe da seguinte forma:

$$H_0: \alpha = 0, \text{ série com raiz unitária, logo é não estacionária} \quad (8)$$

$$H_1: \alpha < 0, \text{ série estacionária} \quad (9)$$

Temos que para a aceitação da hipótese nula a série será não estacionária, contra a hipótese da série ser estacionária.

Para este teste, considerando um nível de significância de 5%, foram apuradas as seguintes conclusões quanto à estacionariedade das séries de cada país – dado que os resultados de ambos se assemelham, os mesmos serão apresentados de forma agrupada.

- Análise a Portugal e Espanha
 - P: através dos resultados obtidos, e para ambos os países, verifica-se um valor de probabilidade inferior ao nível de significância de 5%. Desta forma, rejeitamos a hipótese nula, concluindo que existe estacionariedade na série de preços tanto para Portugal como para Espanha. Este resultado verifica-se igual para ambos os testes pelo que concerne mais confiança na aceitação da hipótese de estacionariedade.
 - EER: relativamente à Eletricidade Gerada por Fontes de Energia Renovável para Portugal e Espanha, os resultados mostram que esta série é estacionária, pois para um nível de significância de 5%, rejeita-se a hipótese nula em ambos os testes. Contudo, para um nível de significância inferior, a mesma conclusão não pode ser retirada.
 - EENR: à semelhança dos resultados obtidos para a variável Preços e Eletricidade Gerada por Fontes de Energia Renovável, esta série é estacionária. Dado o valor da probabilidade ser inferior ao valor de significância considerado, é rejeitada a hipótese nula de existir raiz unitária. Esta conclusão é aplicada a Portugal e Espanha.
 - EEE: no que respeita à variável Exportação de Energia Elétrica, as conclusões retiradas dos testes ADF e PP são idênticas às das variáveis anteriores. Dessa forma, conclui-se que esta série é estacionária para ambos os países.
 - IEE: quanto à variável Importação de Energia Elétrica, verificamos que os testes ADF e PP são coerentes quanto à estacionariedade da série. Contudo, no teste ADF, e apenas para Espanha, utilizando só a constante, esta série só é estacionária em 1^{as} diferenças, pois é aceite a hipótese nula.
 - Q: dado tratar-se da mesma série para ambos os países, os resultados obtidos foram iguais. Com a aplicação dos testes ADF e PP, chegou-se à mesma conclusão, ou seja, esta série é estacionária para ambos os países.

Os resultados acima analisados foram obtidos através da ferramenta estatística *Eviews*, cujo detalhe se encontra resumido nas tabelas A.1.1 e A.1.2 do Anexo A.1.

Por não se ter obtido total concordância quanto à estacionariedade das séries, ou devido ao nível de significância ou devido ao facto da série IEE ser não estacionária em nível, procedeu-se à modificação do modelo para 1^{as} diferenças de cada variável. Assim, o modelo passa a ser representado pela seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Modelo 2: } \log(p)_t - \log(p)_{t-1} = f(& \log eer_t - \log eer_{t-1}, \log enr_t - \log enr_{t-1}, \log ee_t - \log ee_{t-1}, \log iee_t \\ & - \log iee_{t-1}, (quota_t - quota_{t-1})/quota_{t-1}) \end{aligned} \quad (10)$$

Ao analisarem-se retornos e para variável quota de mercado a taxa de crescimento, conseguimos verificar através da repetição dos testes ADF e PP que todas as séries são agora estacionárias. Todavia, a passagem a retornos obriga a eliminar uma observação, a relativa a janeiro de 2008, onde passamos a contar com uma amostra de 95 observações para cada variável a utilizar no modelo que considera todas as variáveis como simultaneamente endógenas e exógenas.

Posto isto, e garantida a estacionariedade das séries, passa-se à determinação do *lag* ótimo relativo aos modelos de Portugal e Espanha.

3.1.2.2 Determinação do *lag* ótimo

Para determinar o *lag* ótimo a utilizar para a estimação do modelo de ambos os países, utilizou-se o teste *Lag Length Criteria*.

Para a realização deste teste foi selecionado o número máximo de 8 *lags*. Esta escolha foi feita com base no número sugerido pelo programa. Através de estudos seguidos para orientação desta metodologia, para o mesmo tipo de dados mensais, Lucas (2017) justificou que o número ideal a utilizar seria de 12 *lags*. Contudo, este autor viu o seu modelo ser pouco eficiente aquando do teste à existência de autocorrelação. Esta ideia foi também corroborada através do estudo de Borda de Água (2017) que justifica que este número não deve ser demasiado elevado por poder afetar de forma adversa o modelo a estimar.

- Análise a Portugal e Espanha

Os resultados obtidos neste teste encontram-se no anexo A.2 do capítulo Anexos. É possível verificar que, para ambos os países, o *lag* determinado como ótimo é de 4. Esta escolha incide sobre o facto de, no caso de Espanha, 3 critérios apontarem para este *lag*: *LR* (*Sequential modified LR test statistic*), *FPE* (*Final Prediction Error*), *AIC* (*Akaike Information Criterion*). Por contrapartida, os critérios *SC* (*Schwarz Information Criterion*) e *HQ* (*Hannan-Quinn Information criterion*) determinaram que o *lag* ótimo a utilizar na estimação do modelo seria zero. Contudo, dado que este é escolhido pela minoria dos critérios e por poder trazer problemas de inferência estatística, o *lag* que será utilizado na estimação do modelo será de 4.

No caso de Portugal, apenas os critérios *LR* e *FPE* nomeiam o *lag* ótimo de 4 mas dado ter-se adotado as mesmas variáveis e o mesmo número de observações de Espanha, foi adotado o mesmo *lag* para Portugal.

Uma vez determinado o *lag* ótimo para os dois países, é agora possível passar ao teste de cointegração e posteriormente à estimação do modelo e respetivas análises.

3.1.2.3 Cointegração

O teste à cointegração pretende analisar o nível de relações existentes entre as séries utilizadas pelo modelo no longo prazo. Este teste reserva-se a modelos que contenham séries que apresentem estacionariedade apenas em 1^{as} ou 2^{as} diferenças. Para a realização deste teste podem ser utilizados os testes *Engle-Granger* e *Johansen*. O teste aplicado pelo *Eviews* utiliza este último para concluir quanto à cointegração.

O racional sobre este teste incide não só sobre as relações que podem existir de longo prazo, mas também sobre a determinação do modelo ideal para utilizar na estimação – VAR ou VECM. No caso de o teste revelar existência de cointegração entre as variáveis, o modelo que deverá ser utilizado será o VECM. Isto é explicado pelo facto de esta estimação corrigir as relações detetadas a longo prazo pelo teste de cointegração.

- Análise a Portugal e Espanha

Através da aplicação do teste Johansen de cointegração, conforme se pode ver no anexo A.3, para ambos os países são apontadas seis relações de cointegração. Com este resultado, não restam questões quanto ao modelo mais adequado para efetuar a estimação. Neste caso, e conforme

explicado anteriormente, o modelo mais adequado será o VECM. Contudo, é referido em muitos estudos que o número de relações de cointegração não pode exceder o número de variáveis que compõem o modelo. Isto porque, uma vez que este teste mede o número de relações que existe entre as séries, então não podem ocorrer mais relações para além do número de variáveis utilizadas. Assim, o número de relações deverá ser no máximo igual ao número de variáveis a ser utilizado menos uma, pelo que o modelo a estimar por VECM deve atender a uma redução na equação de cointegração de forma a cumprir este critério (Engle e Granger, 1987).

Adicionalmente, este teste foi ainda aplicado no sentido de se perceber qual o modelo mais adequado para a sua estimação. Através dos resultados obtidos, vemos que segundo os critérios *AIC* e *SC*, o teste ideal selecionado é o *none, no intercept and no trend*, tanto para Portugal como para Espanha. Assim a estimação que é feita no capítulo seguinte deste estudo atenderá a estes dois pontos.

3.1.2.4 Modelo VAR – em variações VECM

Conforme mencionado anteriormente, e atendendo aos resultados do teste de cointegração, os modelos para Portugal e Espanha devem ser estimados segundo o VECM – *no intercept and no trend* - para que sejam corrigidos os níveis de cointegração detetados, isto é, as relações entre as variáveis que podem ocorrer no longo prazo.

No ponto A.4 do capítulo Anexos, é possível encontrar o modelo estimado para cada país. A partir deles, foram realizados os testes de Autocorrelação, Normalidade e Heteroscedasticidade cujas conclusões são descritas de seguida.

- Análise a Portugal e Espanha
 - Autocorrelação – A existência de autocorrelação é um fenómeno característico de séries temporais e que se descreve pela correlação entre valores de uma série ao longo do tempo (Oliveira *et al.*, 2011). A ausência desta característica é dada pela seguinte expressão:

$$\text{Cov}(\mu_i, \mu_j) = 0, \forall i \neq j \quad (11)$$

Para o apuramento do resultado a este teste, o *Eviews* determina as hipóteses da seguinte forma:

$$H_0: \text{ausência de autocorrelação} \quad (12)$$

$$H_1: \text{existência de autocorrelação} \quad (13)$$

Conforme os resultados apresentados no anexo A.4, tanto para o modelo estimado para Portugal como para Espanha, não é rejeitada a hipótese nula. Efetivamente, uma vez que para ambos, considerando o *lag* de 4, o valor da probabilidade excede 0,05. Conclui-se assim que não existe autocorrelação, sendo este modelo eficiente e não comprometendo a leitura dos resultados sobre os impactos.

- Normalidade – Para averiguar quanto à normalidade dos resíduos, foi aplicado o teste de Cholesky (Lutkepohl) que determina as seguintes hipóteses:

$$H_0: \text{existe normalidade dos resíduos} \quad (14)$$

$$H_1: \text{normalidade não verificada} \quad (15)$$

Para este teste, e conforme os resultados do anexo A.4, a hipótese nula é rejeitada uma vez que o valor da probabilidade obtido é inferior a 0,05. Contudo, como contorno a este resultado, o Teorema do Limite Central pode ser aplicado dado o tamanho da amostra utilizada. Este teorema defende que com o aumento do número de observações, a distribuição tende a ser normal sendo que para efeitos da aplicação deste teorema é considerada uma amostra grande quando o número de observações é igual ou superior a 30 (Mordkoff, 2006).

- Heterocedasticidade – para este teste, procura-se analisar quanto à igual variância das perturbações (Oliveira *et al.*, 2011) que é representada por:

$$\text{Var}(\mu_i) = \sigma^2, \forall i \quad (16)$$

Desta forma, este teste postula as seguintes hipóteses a testar:

$$H_0: \text{homocedasticidade} \quad (17)$$

$$H_1: \text{heterocedasticidade} \quad (18)$$

Com os resultados obtidos, que se podem verificar no anexo A.4, como o valor da probabilidade de ambos os países é superior a 0,05, a hipótese nula não é rejeitada e os resultados parecem assim indicar que estamos perante a existência de homoscedasticidade.

Através dos resultados obtidos por estes 3 testes, é possível concluir quanto à eficiência do modelo e à correta interpretação dos coeficientes e testes que poderá ser feita.

3.1.2.5 Causalidade de Granger

Este teste econométrico procura prever o comportamento de uma determinada série no futuro através do comportamento passado de uma série diferente desta. O teste de causalidade proposto por Granger permite superar as limitações do uso de simples correlações entre variáveis, uma vez que correlação não implica causalidade, ou seja, a existência de uma relação causa-efeito entre variáveis. Deste modo, o teste de causalidade de Granger procura determinar o sentido causal entre duas variáveis, estipulando que X "Granger-causa" Y se os valores passados de X ajudam a prever o valor presente de Y.

No artigo de Bressler e Seth (2011), e embora não relacionado com o tema mas dado ser utilizada a mesma metodologia, é explicado como é dada esta relação de causalidade. Os autores esclarecem que na causalidade de Granger, dadas duas variáveis distintas, o comportamento para a variável Y_{t+1} pode ser previsto não só pelos seus comportamentos passados, mas também pelo comportamento passado de uma variável explicativa, X. Se a variável X_{t-1} influenciar Y_{t+1} , então é possível afirmar que, segundo este teorema, X causa à Granger a variável Y. Desta forma, as hipóteses levantadas pelo *Eviews* para a execução deste teste, são postas da seguinte forma:

$$H_0: \text{uma dada variável } X \text{ não causa à Granger a variável } Y \quad (19)$$

$$H_1: \text{uma dada variável } X \text{ causa à Granger a variável } Y \quad (20)$$

Com o racional explicado acerca deste teste, procede-se à análise do *output* obtido, que se encontra no anexo A.5, para os dois países em análise. A Figura 2 resume os resultados do teste de causalidade de Granger para Espanha e a Figura 3 para Portugal. Os valores sombreados significam que a variável na vertical apresenta causalidade à Granger sobre a variável na

horizontal, dado que para um nível de significância de 5% é rejeitada a hipótese nula acima descrita.

- Espanha

Figura 2 - Resultados do teste de causalidade de Granger – Espanha.

| <i>x/y</i> | Espanha | | | | | |
|-------------|----------|------------|-------------|------------|------------|----------|
| | P | EER | EENR | EEE | IEE | Q |
| P | - | 0,9708 | 0,1024 | 0,1799 | 0,4090 | 0,2713 |
| EER | 0,0044 | - | 0,0000 | 0,1578 | 0,0224 | 0,4905 |
| EENR | 0,7408 | 0,0877 | - | 0,3431 | 0,1077 | 0,1481 |
| EEE | 0,5684 | 0,2745 | 0,0067 | - | 0,7679 | 0,7683 |
| IEE | 0,1270 | 0,7161 | 0,4057 | 0,0881 | - | 0,3692 |
| Q | 0,8833 | 0,8211 | 0,9949 | 0,9046 | 0,4634 | - |

Os valores indicados são referentes ao valor de significância e é considerado um nível de significância de 5%.

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

- P: para a variável Preço da Eletricidade, apenas é apresentada casualidade à Granger com as variáveis Eletricidade Gerada por Fontes de Energia Renovável. Isto significa que, dado o comportamento desta variável no passado, ela pode causar e influenciar o comportamento do Preço futuramente. Dado o exposto no capítulo 2, um dos desafios do mercado da eletricidade é a geração total deste produto através da energia renovável, sendo que se pretende analisar se esta alteração impacta no preço do bem. Através deste teste, podemos verificar que existe evidência estatística de que, de facto, a produção de eletricidade a partir de fontes de energia renovável apresenta indício de impacto no preço. As restantes variáveis não influenciam o preço pela perspectiva de Granger.
- EER: a Eletricidade gerada por Energia Renovável não apresenta causalidade à Granger com nenhuma das variáveis. O que significa que não existe evidência estatística de que as restantes variáveis possam influenciar o comportamento futuro desta variável. Lucas (2017) explica que este resultado faz sentido na medida que esta variável depende sobretudo da disponibilidade de recursos naturais, como visto também no capítulo 2.
- EENR: quanto à Eletricidade Gerada por Fontes de Energia não Renovável, é detetada causalidade à Granger com as variáveis Eletricidade Exportada e Eletricidade gerada por

Fontes de Energia Renovável. Este resultado vem mostrar a tendência crescente para a adoção de energia renovável na geração de eletricidade, uma vez que enquanto esta não apresentava causalidade com a variável em análise, a energia gerada por fontes não renováveis já apresenta. Tal pode significar que esta depende da quantidade que é gerada por energia renovável. Por outras palavras, isto pode ser explicado pelo facto do recurso às energias renováveis ser intermitente e nem sempre ser suficiente para dar resposta à necessidade de energia elétrica a produzir.

- EEE: à semelhança da variável EER, esta não apresenta causalidade à Granger por nenhuma das restantes variáveis.
- IEE: esta variável é apenas causada por Granger pela variável de geração de energia elétrica através de fontes de energia renovável. Esta relação pode estar a traduzir o facto de, existindo preferência pela produção de eletricidade produzida por fontes de energia renovável, e dado o problema da intermitência das mesmas, com a maior facilidade de trocas com outros países com a liberalização do mercado, a energia elétrica pode ser mais ou menos importada do exterior.
- Q: a quota de mercado é a única variável que não apresenta nenhuma causalidade à Granger nem sobre ela nem influenciando as restantes.

- Portugal

Figura 3 - Resultados do teste de causalidade de Granger: Portugal

| <i>x/y</i> | Portugal | | | | | |
|-------------|----------|------------|-------------|------------|------------|----------|
| | P | EER | EENR | EEE | IEE | Q |
| P | - | 0,2754 | 0,0353 | 0,0081 | 0,2037 | 0,8596 |
| EER | 0,0107 | - | 0,0000 | 0,0000 | 0,0079 | 0,6003 |
| EENR | 0,6778 | 0,0175 | - | 0,3951 | 0,6234 | 0,1481 |
| EEE | 0,0069 | 0,5547 | 0,0000 | - | 0,0029 | 0,7055 |
| IEE | 0,0581 | 0,5422 | 0,1098 | 0,057 | - | 0,8725 |
| Q | 0,9943 | 0,9698 | 0,9949 | 0,5232 | 0,8700 | - |

Os valores indicados são referentes ao valor de significância e é considerado um nível de significância de 5%.

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

- P: o preço da eletricidade é causado à Granger pela variável Energia Elétrica Gerada por Energia Renovável, como acontece em Espanha, e pela Eletricidade Exportada. O que

- significa que o comportamento desta série no futuro poderá ser influenciado por estas duas variáveis tendo em conta os seus acontecimentos passados.
- EER: contrariamente a Espanha, a variável energia elétrica gerada por fontes de energia renovável é causada à Granger pela variável energia elétrica gerada por fontes não renováveis. O que indica que no futuro, o comportamento da variável EER poderá ser influenciado pela variável EENR tendo em conta o comportamento desta no passado.
 - EENR: para além de esta variável ser causada à Granger pelas variáveis EER e EEE, tal como em Espanha, esta ainda apresenta causalidade à Granger pelo preço. Isto poderá indicar que o preço influencia a maior ou menor utilização de fontes não renováveis para a geração de eletricidade.
 - EEE: a eletricidade exportada é causada à Granger pelo preço e pela eletricidade gerada por energia renovável. É interessante reparar que para o preço, a relação é recíproca, pois não só esta variável é causada à Granger como ainda causa à Granger o preço, mostrando que poderá existir uma forte ligação entre as duas variáveis.
 - IEE: esta variável é causada à Granger pela variável EER e EEE. O mesmo acontece para Espanha para a variável EER o que reforça a ideia apontada de que existindo preferência pela produção de eletricidade produzida por fontes de energia renovável, é importada mais ou menos eletricidade do exterior.
 - Q: tal como para Portugal, a quota de mercado é a única variável que não apresenta nenhuma causalidade à Granger nem sobre ela nem influenciando as restantes.
- Confronto entre *outputs* de Portugal e Espanha:
 - É curioso reparar que, no que concerne às variáveis que causam à Granger o preço nos dois países, a variável EER é aquela que é comum. Isto vem mostrar e reforçar que esta variável tem influenciado o preço nos últimos anos, sendo também aquela que tem vindo a ser mais fortalecida dadas a preocupações ambientais que foram apontadas no capítulo 2 referente à revisão da literatura.
 - É possível reparar que no modelo estimado para Portugal, existe o dobro das relações de causalidade à Granger entre as variáveis quando comparado com o modelo de Espanha. Isto poderá indicar que, em Portugal, a liberalização e todos os acontecimentos que

surgiram terão tido um maior impacto no mercado português do que no mercado espanhol.

- A quota de mercado é, para ambos os países, a única variável que não apresenta qualquer tipo de causalidade com outras variáveis. Neste sentido, será necessário proceder aos testes de função impulso resposta para se poder concluir quanto a este fenómeno.

Note-se que, apesar de este estudo procurar medir o impacto das variáveis seleccionadas como explicativas na variável preços, é possível constatar que estas são influenciadas também por esta variável dependente. Este fenómeno não se torna estranho, na medida em que o mercado funciona através de um mecanismo muito dinâmico em que todas as variáveis se alteram facilmente.

3.1.2.6 Função impulso resposta

A Função de Impulso Resposta é um método complementar ao realizado no ponto anterior e é composta por um teste onde, através de um gráfico obtido pelo programa, é possível perceber de que forma uma determinada variável responde a um impulso de outra, *ceteris paribus*. Neste caso, o principal foco será perceber de que forma o preço reage dada uma alteração em cada uma das variáveis seleccionadas para explicar o seu comportamento.

Por outro lado, os choques entre as restantes variáveis serão também analisados de uma forma mais sucinta para que se possa estudar algum comportamento que se destaque e que possa ter impacto para conclusão deste estudo.

Através dos gráficos obtidos, é possível medir o impacto que é sentido na variável de resposta (dado pelo eixo das ordenadas) ao longo do tempo (dado pelo eixo das abcissas), que no teste conta com o período de 12 meses. De seguida, encontra-se a análise efetuada a este teste consoante os resultados obtidos que se encontram no anexo A.6 . A análise ao impacto sobre o preço por parte das variáveis explicativas é feita em conjunto para os dois países dado terem sido obtidas curvas semelhantes.

- Análise a Portugal e Espanha
 - Função impulso resposta sobre o preço da eletricidade:
 - Resposta do Preço a um impulso de EER: tal como se constatou no teste realizado anteriormente, esta variável é uma das que apresenta maior impacto sobre o preço.

Através do gráfico vemos que um aumento da eletricidade gerada por fontes renováveis conduzirá a um aumento no preço. Ainda que o gráfico não apresente uma curvatura linear e constante é possível encontrarmos esta tendência para ambos os países.

- Resposta do Preço a um impulso de EENR: um aumento da eletricidade gerada por fontes de energia não renováveis leva a um ligeiro aumento do preço da eletricidade, com mais destaque em Portugal. Ainda assim, apresenta algumas oscilações ao longo do período considerado, o que não permite, de forma certa, concluir sobre este impacto.

- Resposta do Preço a um impulso de EEE: no que concerne à exportação de eletricidade, apesar da curvatura da função ser muito pouco acentuada, há uma ligeira tendência para perceber que um aumento desta variável conduzirá a uma diminuição do preço em ambos os países. Isto poderá dar a entender que quanto maior a capacidade de exportação de um país mais oferta ele terá que não estará a ser acompanhada pela procura interna originando assim uma diminuição dos preços. É importante ter em conta que este gráfico não representa de todo um movimento drástico, contudo dado que no teste anterior, verificamos que o preço é causado à Granger pela variável EEE, dá-nos mais segurança para concluir sobre esta relação.

- Resposta do Preço a um impulso de IEE: a par da variável EER, a importação de eletricidade, é uma das variáveis que, segundo o teste de Função impulso resposta, apresenta um maior impacto sobre o preço para ambos os países. Todavia, no teste anterior verificou-se que o preço da eletricidade não teria causalidade à Granger com esta variável. Com o teste à decomposição da variância, que será realizado no ponto seguinte, espera-se uma maior clareza quanto ao impacto de IEE no preço da eletricidade.

- Resposta do Preço a um impulso de Q: esta variável é aquela que menos impacta no preço para ambos os países. Vimos, também, que para a análise à causalidade de Granger, esta era a única que não apresentava causalidade com nenhuma das outras variáveis em ambos os países. Com isto, podemos concluir que os dois testes são concordantes quanto ao impacto da quota de mercado na variação dos preços nos últimos anos.

Em suma, com esta análise ao *output* do teste realizado, facilmente se conclui que um choque em qualquer uma das variáveis não influenciará drasticamente o preço da eletricidade.

As funções são muito idênticas em ambos os países sendo possível fazer a mesma leitura sobre o impacto de cada variável no preço da eletricidade. É importante referir que nos dois países as variáveis com mais impacto sobre o preço são a EER e a IEE. Este resultado foi também apurado para a variável EER no teste anterior, pelo que nos permite concluir, com mais segurança, que estas têm impacto no preço da eletricidade.

Também, para ambos os países, a quota de mercado é a variável com menos impacto sobre o preço. Esta conclusão foi também retirada a partir do teste de Causalidade de Granger. Este resultado contraria o estudo de Moreno e Lopez (2011), onde se verifica uma relação entre as duas variáveis, apurando que uma diminuição da quota de mercado origina um aumento dos preços.

3.1.2.7 Decomposição da variância

Em último lugar, é realizado o teste à decomposição da variância para que, com os resultados anteriormente obtidos, seja possível retirar conclusões finais que nos permitam dar resposta à caracterização do mercado após o processo de liberalização.

Este teste, à semelhança do teste de função impulso resposta, é feito através da leitura de gráficos, embora neste seja indicada a percentagem do erro de previsão relativa a cada variável que impacta numa dada variável. Todavia, esta interpretação pode também ser feita através de tabelas de decomposição de variância para diferentes horizontes temporais, medidos em meses dada a frequência dos dados em análise. Por outras palavras, o teste indica quanto oscila uma série por via da sua variância do erro de previsão ou por via da variância do erro de previsão de outra variável indicando em termos percentuais o efeito que cada uma tem na variável em estudo – totalizando 100%.

De seguida, encontra-se a análise feita a este teste consoante os resultados obtidos que se encontram no anexo A.7 . A análise da decomposição da variância do preço por parte das variáveis explicativas é feita individualmente para cada país, sendo posteriormente analisada, ao nível das restantes variáveis, apenas aquelas que apresentem valores relevantes para a análise.

- Análise a Espanha – decomposição da variância para o preço da eletricidade

No caso de Espanha, os resultados obtidos mostram que a variância dos erros de previsão do preço da eletricidade é explicada por ele mesmo em 65%, pela EER em 15%, pela IEE em 9% e pela EENR em 5%. Os restantes 6% são explicados pela EEE e pela Q que novamente mostram

um impacto muito pouco significativo na variação do preço da eletricidade. Por sua vez, a EER e a IEE voltam a mostrar que são as variáveis com mais impacto na variação de preços, aumentando a certeza quanto a esta conclusão retirada nos testes precedentes.

- Análise a Portugal - decomposição da variância para o preço da eletricidade

Para o caso do modelo português, os resultados assemelham-se muito aos obtidos para Espanha. Vemos que a variância dos erros de previsão do preço da eletricidade em Portugal é explicada em 60% pela própria variável, 10% pela EER, 15% pela IEE e 7% pela EEE. Os 8% em falta são explicados pela variável EENR e Q que novamente, e como acontece para o modelo de Espanha, apresentam níveis de impacto nos preços muito inferiores às restantes.

Foram, também, realizados testes à decomposição da variância para as variáveis explicativas do modelo, onde se obtiveram resultados curiosos e que alguns deles já teriam sido detetados em testes anteriores. Assim, esta análise veio reforçar o que já tinha sido concluído pelos testes de causalidade de Granger e Função Impulso Reposta. Estes resultados encontram-se no anexo A.6.

- Análise a Espanha – decomposição da variância para as restantes variáveis

Para o modelo utilizado para este país foram encontrados alguns resultados interessantes e que possibilitam alastrar as conclusões do estudo a pontos que não tinham sido levantados. De facto, com os resultados obtidos constata-se que a variância dos erros de previsão da variável EER é explicada em 20% pelo preço, em 20% pela EER e em 20% pela IEE. Já a variável EENR, apresenta variância dos erros de previsão explicada em 15% por cada uma das variáveis: preços, EER, IEE e EEE.

A quota de mercado mostra novamente ausência de relação com as outras variáveis.

- Análise a Portugal – decomposição da variância para as restantes variáveis

Para Portugal, estas percentagens não são muito diferentes. É importante destacar que para o modelo deste país o preço explica mais de 20% da variância dos erros de previsão da variável EER. Isto vem mais uma vez reforçar as relações de causalidade mútua entre esta variável e o preço. Dá-se ainda destaque para a variável EEE, que neste modelo é explicada pelas variáveis preço e EER em 20%, resultado que vai ao encontro do obtido no teste à Causalidade de Granger.

4. Resultados Empíricos e Conclusão

Conforme o resumo e o capítulo introdutório deste estudo, o mercado da eletricidade, tem vindo a ser confrontado com duas tendências que nem sempre se alinham podendo implicar a ineficiência de ambas: se por um lado é confrontado com políticas ambientais que pretendem a implementação de medidas sobre a indústria que visem a substituição de recursos poluentes por recursos pró ambientais e sustentáveis, (Kunze e Becker 2014), por outro é exigido através de normas intracomunitárias uma abertura do mercado à livre concorrência onde não existam barreiras à entrada de novas empresas e onde se estabelece uma maior transparência (Jamans e Pollitt, 2005).

A adoção de medidas e políticas ambientais que tenham por objetivo o processo de descarbonização da indústria implica, como abordado na literatura, um grande investimento ao nível de novas tecnologias que incrementem inovação nos processos produtivos (Rockström *et al.*, 2017). Ora, este investimento requer por vezes custos tão elevados que podem conduzir à criação de barreiras à entrada do mercado colidindo com o processo de liberalização que tem sido trabalhado.

Ao mesmo tempo, para as empresas já pertencentes ao mercado da eletricidade e cujos processos industriais já sejam caracterizados pela nova tecnologia de geração de eletricidade por via de fontes renováveis, os seus custos de produção marginais encontram-se muito próximos de zero sendo que estas estabelecem um preço muito superior a este, pelo que a condição para a existência de concorrência perfeita não se verifica (Blazquez *et al.*, 2018). Foi nesta base que se propôs este estudo. É aqui detetada uma relação paradoxal onde as duas novas forças que interagem no mercado podem não coincidir.

Através da metodologia utilizada no capítulo 3, e respondendo à questão de investigação levantada, verificou-se que apesar da diminuição dos preços em Portugal e Espanha, ao longo dos anos, e do ligeiro aumento da geração de eletricidade a partir de fontes renováveis – representados pelos gráficos 1 e 2 respetivamente - o teste econométrico demonstra que ambos variam na mesma direção, sendo que se verifica que a eletricidade gerada por energia renovável origina um aumento no nível de preços em ambos os países. Ou seja, verificou-se que ambas as variáveis apresentam relação – através do teste à causalidade de Granger e decomposição da variância – e que esta varia no mesmo sentido – através do teste de função impulso resposta -

concluindo que com um aumento da eletricidade gerada por energia renovável é esperado um aumento do preço da eletricidade.

Desta forma, o resultado a que se chegou vai ao encontro de algumas teorias já testadas por outros autores como Moreno e López (2011), onde foi concluído que as energias renováveis provocam um aumento no preço da eletricidade, revelando que o processo de liberalização não se traduz diretamente em preços mais competitivos para o mercado.

Adicionalmente, este estudo permitiu apurar um conjunto de relações e conclusões relativamente às variáveis macroeconómicas e de caracterização de mercado, que não teriam sido levantadas aquando da proposta do tema.

Curiosamente, a variável selecionada para representar a caracterização do mercado, não apresentou influência sobre as variações que possam existir na variável dependente, preço da eletricidade. Para o teste foi utilizada a quota de mercado da entidade com maior volume de vendas do mercado ibérico. Esta, não só não apresentou relação com o preço da eletricidade como também não verificou relação significativa com nenhuma das restantes – esta terá sido a única variável onde, no teste de causalidade de Granger, não foram detetadas quaisquer relações. A acrescentar, detetou-se que a variável respeitante à eletricidade gerada por energias renováveis pode ser influenciada pelo preço da eletricidade e pelo volume de importações. Este seria um bom tema de partida para estudos futuros relacionados com o mercado da eletricidade.

Numa análise comparativa entre o mercado espanhol e o mercado português, foi encontrada uma grande semelhança nos resultados obtidos, onde podemos associar que este facto é resultado de uma conjuntura idêntica a que os dois estão sujeitos – não só por serem movidos pelos ideais impostos pela UE mas também pelo facto de ambos integrarem o Mercado Ibérico da Energia Elétrica, sendo esta uma conclusão esperada. Contudo, importa referir que, ainda que ambos se assemelhem, Portugal distinguiu-se por ser dos dois, o país com relações mais “vincadas” – como por exemplo, o resultado obtido através do teste de causalidade de Granger onde foi detetado um número maior de relações de causalidade entre as variáveis - mostrando que o processo de liberalização possa ter tido maior impacto sobre este mercado.

Como já sugerido, seria um bom tema de futuros estudos a análise mais aprofundada entre as relações que foram detetadas entre as variáveis explicativas. Adicionalmente, dado que esta tendência é ainda recente, seria importante o contínuo acompanhamento da mesma para perceber se este paradoxo pode ser solucionado. Desta forma, seria importante alargar este estudo até um

período mais recente – o que não foi possível para este, dada a indisponibilidade de dados para todas as variáveis – utilizando novas variáveis que possam ainda não estar a ser caracterizadas como influenciadoras do preço da eletricidade.

Referências Bibliográficas

Åhman, M, Johansen, B. Nilsson, L. (2017). *Global climate policy and deep decarbonization of energy intensive industries*. *Climate Policy*, Volume 17(5), 634-649. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14693062.2016.1167009> .

Altintas, H. e Melike K. (2013). *Multivariate Granger causality between electricity generation, exports, prices and economic growth in Turkey.*” *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3: 41–51.

Amorim, F., Vasconcelos, J., Abreu, I.C., Silva, P.P., Martins, V. (2013). *How much room for a competitive electricity generation market in Portugal?* *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 18, 103-118.

Andrade, J. S. (2004). *Apontamentos de Econometria Aplicada*, Coimbra, FEUC. <http://www4.fe.uc.pt/jasa/estudos/econometria.pdf> .

APREN (2017). *Eletricidade Renovável em Revista*. <http://www.apren.pt/contents/files/2017-eletricidade-renovavel-em-revista.pdf> .

Assembleia da República, Diário da República n.º 59/2006, Série I-A de 2006-03-23, n.º 23/2006, p.2143-2152, <http://data.dre.pt/eli/resolassrep/23/2006/03/23/p/dre/pt/html> .

Batista, T. (2014). *A liberalização do mercado energético em Portugal - verdadeira concorrência?*, Faculdade de Direito da Universidade do Porto, Porto. https://sigarra.up.pt/fcnaup/pt/pub_geral.show_file?pi_gdoc_id=85164 .

Blazquez, J., Fuentes-Bracamontes, R., Bollino, C., Nezamuddin, N. (2018). *The Renewable Energy Policy Paradox*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 82(1), 1-5.

Borda de Água, C. (2017). *A dívida privada e o financiamento das famílias: o impacto sobre o desempenho da economia portuguesa.*, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa. https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/15546/1/catarina_borda_de_agua_diss_mestrado.pdf .

Bressler S, Seth, A. (2011): *Wiener–Granger causality: a well-established methodology*. *Neuroimage*, Volume 58, 323-329.

Catalão J.P.S., Mariano S.J.P.S., Mendes V.M.F., Ferreira L.A.F.M. (2007) *Short-term electricity prices forecasting in a competitive market: a neural network approach*. *Electric Power Systems Research*, Volume 77, 1297–1304. https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/645/1/ESPR2_JPSCatalao.pdf .

Cherniwchan J. (2012). *Economic growth, industrialization and the environment*. *Resource and Energy Economics*, Volume 34, 442–467.

Conselho de Reguladores do MIBEL – Consulta de Boletins Mensais do Conselho de Reguladores do MIBEL para o período de 2008 a 2015 - http://www.cmvm.pt/pt/Cooperacao/conselhoreguladoresMibel/relatoriosmensais/Pages/rel_mens_al_semdata.aspx - Acedido a 2 de Agosto de 2018 .

Cruz, L. (n.d). *A liberalização do sector da energia, o MIBEL (Mercado Ibérico de Electricidade) e o OMIP (Operador do Mercado Ibérico de Energia - pólo português)*. <http://ftp.infoeuropa.euroid.pt/database/000040001-000041000/000040873.pdf> .

Engle, R. F., Granger, W. J. (1987). *Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing*. *Econometrica*, Volume 55, 251-276.

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
<http://www.erse.pt/pt/electricidade/liberalizacaodosector/Paginas/default.aspx> - acedido em 1 de dezembro de 2017 .

Ferreira P., Araújo, M., O’Kelly M. (2007). *An overview of the Portuguese electricity market*. *International Transactions on Operational Research*, Volume 14, 39-54.

Hargroves, K., Desha, C, Weisaecker, E. (2016). *Energy productivity and decarbonization of the global economy: Factor five resource productivity*. *Wires*, Volume 5, 57-67.

IEA - International Energy Agency -
<https://www.iea.org/classicstats/monthlystatistics/monthlyelectricitystatistics/> - acedido a 2 de Agosto de 2018.

Jamasb, T. & Pollitt, M. (2005). *Electricity Market Reform in the European Union: Review of Progress toward Liberalisation & Integration*, *The Energy Journal*, Volume 26, 11-41.

Karan, M., & Kazdagli, H. (2011). *The Development of Energy Markets in Europe*. Em *Financial Aspects in Energy: A European Perspective*, Berlin and Heidelberg, Germany: Springer, Volume 8, 11-32.

Koźluk, T. & V. Zipperer (2014), *Environmental policies and productivity growth: a critical review of empirical findings*. Em *OECD Journal: Economic Studies*.

Kunze, C., & Becker, S. (2014). *Energy democracy in Europe - a survey and outlook*. Em *Rosa Luxemburg Foundation Brussels Office*.
https://www.researchgate.net/profile/Conrad_Kunze/publication/282336742_Energy_Democracy_in_Europe_A_Survey_and_Outlook/links/560d22e508ae987a1f6a90be/Energy-Democracy-in-Europe-A-Survey-and-Outlook.pdf

Lavado A. (2009). *Os actuais desafios da energia: implementação e utilização das energias renováveis*. Lisboa, Universidade de Lisboa.
http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1447/1/20901_ulfc080580_tm.pdf

Lindemann, H. (2015). *Does regulatory independence translate into a higher degree of liberalization? - Evidence from EU energy regulators*. Universidade de Hanover, <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/117720/1/817016643.pdf>

Lise, W., Linderhof, V., Kuik, O., Kemfert, C., Ostling, R., and T. Heinzow. (2006). *A game theoretic model of the Northwestern European electricity market - market power and the environment*. *Energy Policy*, 34, pp. 2123-2136.

Low, P. (1992). *International trade and the environment*. Discussion Paper 159, The World Bank discussion papers no 159, Washington, DC.
<http://documents.worldbank.org/curated/en/691041468765613139/International-trade-and-the-environment>

Lucas, L. (2017). *Impact of renewable energies on electricity costs and final prices*. ISCTE Business School, Lisboa. <http://hdl.handle.net/10071/14583>

Madaleno, M., Moutinho, V., & Mota, J. (2015). *Time relationships among electricity and fossil fuel prices: Industry and households in Europe*. Em *International Journal of Energy Economics and Policy*, Volume 5 (2), 525-533.

Martin, S. (2000). *The theory of contestable markets*. Purdue, Purdue University. <https://www.krannert.purdue.edu/faculty/smartin/aie2/contestbk.pdf>

Matugina, E.G. Pogharnitskaya, O., Dmitrieva, N., Grinkevich, L., Selenchuk, J., Strelnikov, A. (2016). *Evaluating perspectives of economy “decarbonation” - environmental aspect*. *IOP Conference, Earth Environ.* <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/43/1/012042/meta>

Menezes, R, Dionísio, A. (2011). *Globalization and long-run co-movements in the stock market for the G7: An application of VECM under structural breaks*. ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, <http://hdl.handle.net/10071/9120>

Mercado Ibérico da Energia Elétrica (MIBEL) - <http://MIBEL.com/> - - acedido em 1 de maio de 2018 .

Ministério da Economia e da Inovação (2006), Diário da República n.º 162/2006, Série I de 2006-08-23, n.º 172/2006, P. 6118-6156. <http://data.dre.pt/eli/dec-lei/172/2006/08/23/p/dre/pt/html>

Monteiro, P. (2015). *Desenvolvimento de um Simulador do Mercado de Eletricidade do MIBEL, Recorrendo a Funcionalidades do MATLAB – Propostas Simples*. Porto, FEUP. https://sigarra.up.pt/fcnaup/pt/pub_geral.show_file?pi_gdoc_id=395331

Mordkoff, T. (2016). *The Assumption(s) of Normality*. [http://www2.psychology.uiowa.edu/faculty/mordkoff/GradStats/part 1/I.07 normal.pdf](http://www2.psychology.uiowa.edu/faculty/mordkoff/GradStats/part%201/I.07%20normal.pdf)

Moreno, B., & Garcia-Álvarez, M. 2011. *Analysing the effect of renewable energy sources on electricity prices in Spain. A maximum entropy econometric approach*. Em *The Second International Conference on Bioenvironment, Biodiversity and Renewable Energies*, https://www.thinkmind.org/download.php?articleid=bionature_2011_2_30_60141

Moreno, B., & López, A. J. (2011). *The impact of renewable energies and electric market liberalization on electrical prices in the European Union. An econometric panel data model*. Em *The Second International Conference on Bioenvironment, Biodiversity and Renewable Energies*, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.687.3270&rep=rep1&type=pdf>

Oliveira, M. M.; Santos, L. D.; Fortuna, N. (2011). *Econometria*. Escolar Editora , Lisboa.

Parlamento Europeu (2018): *Mercado Interno da Energia*, Fichas técnicas sobre a União Europeia- 2018, www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/pt/FTU_2.1.9.pdf .

Pimpão, R. (2013). *O processo de liberalização do mercado da energia elétrica: o caso português em perspetiva comparada*, Dissertação de Mestrado em Economia da Empresa e da Concorrência, ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa. <https://repositorio.iscte-iul.pt/handle/10071/8289>

Rockström Johan, G. O. (2017). *A roadmap for rapid decarbonization - Emissions inevitably approach zero with a “carbon law*. *Climate Policy, Science, Volume 355*, 1269-1271. <http://science.sciencemag.org/content/355/6331/1269>

Sartor, O., Donat, L., Duwe, M., Umpfenbach, K., (2017). *Developing 2050 decarbonization strategies in the EU: Insights on good practice from national experiences*.

Sharmin, F., Khan, M.R. (2016), *A causal relationship between energy consumption, energy prices and economic growth in Africa*. *International Journal of Energy Economics and Policy*, Volume 6(3), 477-494.

Serena, R. (2014). *The European Electricity Market Liberalization*. Tilburg, Tilburg University. <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=134162>

Silva, A. C. (2017). *A Segurança Energética da Europa*. Instituto da Defesa Nacional. *Primavera*, Volume 116, 31-72.

Silva S, Soares I, Pinho C .(2012). *The impact of renewable energy sources on economic growth and CO2 emissions-a SVAR approach*. Em *European Research Studies*, Volume 15(4), 133–144.

Sims, R., Rogner, H., Gregory, K., (2003). *Carbon emission and mitigation cost comparisons between fossil fuel, nuclear and renewable energy resources for electricity generation*. Em *Energy Policy*, Volume 31, 1315–1326.

Thomas, V. D. (2006). ***Regulation and Liberalization of the European Electricity Market - a German View***. *Energy Law Journal*. Volume 27, 423-450. <http://www.eba-net.org/assets/1/6/7-423-450.pdf> .

Weber, G., Cabras, I. (2017). ***The transition of Germany's energy production, green economy, low-carbon economy, socio-environmental conflicts, and equitable society***. *Journal of Cleaner Production*, Produção 167, 1222-1231.

Wooldridge, J.M. (2002) ***Econometric Analysis of Cross-Section and Panel Data***. MIT Press, Massachusetts.

Zhang, J., Zeng, W., Wang, J., Yang, F., Jiang, H., (2015). ***Regional low-carbon economy efficiency in China: analysis based on the Super-SBM model with CO2 emissions***. *Journal of Cleaner Production*, Volume 111, 1-10.

Anexos

Anexo A.1 – Teste à raíz unitária

Tabela A.1.1 – Teste às raízes unitárias para um nível de significância de 5% - (Espanha)

Modelo 1
Espanha

| | ADF Nível | | ADF 1 ^ª s diferenças | | PP Nível | | PP 1 ^ª s diferenças | |
|-------------|-----------|-----------|---------------------------------|-----------|----------|-----------|--------------------------------|-----------|
| | C | C + Trend | C | C + Trend | C | C + Trend | C | C + Trend |
| P | 0,0017 | 0,0105 | - | - | 0,0017 | 0,0088 | - | - |
| EER | 0,0285 | 0,0001 | - | - | 0,0106 | 0,0201 | - | - |
| EENR | 0,0051 | 0,0039 | - | - | 0,0051 | 0,0039 | - | - |
| EEE | 0,0000 | 0,0004 | - | - | 0,0000 | 0,0003 | - | - |
| IEE | 0,0759 | 0,0000 | 0,0000 | - | 0,0057 | 0,0000 | - | - |
| Q | 0,0000 | 0,0000 | - | - | 0,0000 | 0,0000 | - | - |

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.1.2 – Teste às raízes unitárias para um nível de significância de 5% - (Portugal)

Modelo 1
Portugal

| | ADF Nível | | ADF 1 ^ª s diferenças | | PP Nível | | PP 1 ^ª s diferenças | |
|-------------|-----------|-----------|---------------------------------|-----------|----------|-----------|--------------------------------|-----------|
| | C | C + Trend | C | C + Trend | C | C + Trend | C | C + Trend |
| P | 0,0043 | 0,0257 | - | - | 0,0033 | 0,0202 | - | - |
| EER | 0,0000 | 0,0001 | - | - | 0,0055 | 0,0137 | - | - |
| EENR | 0,0001 | 0,0004 | - | - | 0,0001 | 0,0004 | - | - |
| EEE | 0,0098 | 0,0000 | - | - | 0,0085 | 0,0005 | - | - |
| IEE | 0,0003 | 0,0024 | - | - | 0,0003 | 0,0020 | - | - |
| Q | 0,0000 | 0,0000 | - | - | 0,0000 | 0,0001 | - | - |

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Anexo A.2 – Determinação do lag ótimo

Tabela A.2.1 – Teste Lag length Criteria (Espanha)

VAR Lag Order Selection Criteria
 Endogenous variables: P EER EENR EEE IEE Q
 Exogenous variables: C
 Date: 09/11/18 Time: 23:06
 Sample: 2008M02 2015M12
 Included observations: 87

| Lag | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
|-----|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 0 | 219.4762 | NA | 2.98e-10 | -4.907500 | -4.737437* | -4.839021* |
| 1 | 256.0607 | 67.28182 | 2.94e-10 | -4.920936 | -3.730498 | -4.441584 |
| 2 | 295.2346 | 66.64052 | 2.77e-10 | -4.993898 | -2.783084 | -4.103671 |
| 3 | 332.1245 | 57.66697 | 2.79e-10 | -5.014355 | -1.783165 | -3.713255 |
| 4 | 385.0174 | 75.38764* | 2.01e-10* | -5.402699* | -1.151133 | -3.690724 |
| 5 | 410.7980 | 33.18881 | 2.79e-10 | -5.167770 | 0.104172 | -3.044921 |
| 6 | 449.5449 | 44.53670 | 3.05e-10 | -5.230918 | 1.061400 | -2.697195 |
| 7 | 474.3948 | 25.13557 | 4.92e-10 | -4.974594 | 2.338099 | -2.029998 |
| 8 | 506.9609 | 28.44850 | 7.35e-10 | -4.895653 | 3.437416 | -1.540183 |

* indicates lag order selected by the criterion
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
 FPE: Final prediction error
 AIC: Akaike information criterion
 SC: Schwarz information criterion
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.2.2 – Teste Lag length Criteria (Portugal)

VAR Lag Order Selection Criteria
 Endogenous variables: P EER EENR EEE IEE Q
 Exogenous variables: C
 Date: 09/11/18 Time: 23:50
 Sample: 2008M02 2015M12
 Included observations: 87

| Lag | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
|-----|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 0 | 135.2596 | NA | 2.06e-09 | -2.971484 | -2.801421* | -2.903005* |
| 1 | 185.8616 | 93.06121 | 1.48e-09 | -3.307163 | -2.116725 | -2.827810 |
| 2 | 233.3878 | 80.84924 | 1.15e-09 | -3.572134 | -1.361320 | -2.681907 |
| 3 | 268.7525 | 55.28274 | 1.20e-09 | -3.557529 | -0.326340 | -2.256429 |
| 4 | 316.9993 | 68.76547* | 9.58e-10* | -3.839064 | 0.412502 | -2.127089 |
| 5 | 353.8392 | 47.42610 | 1.03e-09 | -3.858372* | 1.413569 | -1.735524 |
| 6 | 387.3256 | 38.49008 | 1.27e-09 | -3.800588 | 2.491730 | -1.266865 |
| 7 | 425.3650 | 38.47666 | 1.52e-09 | -3.847471 | 3.465222 | -0.902875 |
| 8 | 459.4252 | 29.75376 | 2.19e-09 | -3.802878 | 4.530190 | -0.447409 |

* indicates lag order selected by the criterion
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
 FPE: Final prediction error
 AIC: Akaike information criterion
 SC: Schwarz information criterion
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Anexo A.3 – Teste à cointegração para um lag (4)

Tabela A.3.1 – Teste Johansen Cointegration Test (Espanha)

Date: 09/11/18 Time: 23:08
 Sample (adjusted): 2008M07 2015M12
 Included observations: 90 after adjustments
 Trend assumption: No deterministic trend
 Series: P EER EENR EEE IEE Q
 Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

| Hypothesized No. of CE(s) | Eigenvalue | Trace Statistic | 0.05 Critical Value | Prob.** |
|---------------------------|------------|-----------------|---------------------|---------|
| None * | 0.657726 | 323.6311 | 83.93712 | 0.0000 |
| At most 1 * | 0.555000 | 227.1381 | 60.06141 | 0.0000 |
| At most 2 * | 0.455662 | 154.2669 | 40.17493 | 0.0000 |
| At most 3 * | 0.386673 | 99.53026 | 24.27596 | 0.0000 |
| At most 4 * | 0.305081 | 55.53312 | 12.32090 | 0.0000 |
| At most 5 * | 0.223590 | 22.77670 | 4.129906 | 0.0000 |

Trace test indicates 6 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.3.2 – Teste Johansen Cointegration Test (Portugal)

Date: 09/11/18 Time: 23:52
 Sample (adjusted): 2008M07 2015M12
 Included observations: 90 after adjustments
 Trend assumption: No deterministic trend
 Series: P EER EENR EEE IEE Q
 Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

| Hypothesized No. of CE(s) | Eigenvalue | Trace Statistic | 0.05 Critical Value | Prob.** |
|---------------------------|------------|-----------------|---------------------|---------|
| None * | 0.688520 | 337.3423 | 83.93712 | 0.0000 |
| At most 1 * | 0.632259 | 232.3645 | 60.06141 | 0.0000 |
| At most 2 * | 0.472776 | 142.3306 | 40.17493 | 0.0000 |
| At most 3 * | 0.337340 | 84.71897 | 24.27596 | 0.0000 |
| At most 4 * | 0.290294 | 47.68465 | 12.32090 | 0.0000 |
| At most 5 * | 0.170493 | 16.82319 | 4.129906 | 0.0001 |

Trace test indicates 6 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.3.3 - Teste do modelo a estimar Johansen Cointegration Test (Espanha)

Date: 09/11/18 Time: 23:07
 Sample: 2008M02 2015M12
 Included observations: 90
 Series: P EER EENR EEE IEE Q
 Lags interval: 1 to 4

Selected (0.05 level*) Number of Cointegrating Relations by Model

| Data Trend: | None | None | Linear | Linear | Quadratic |
|-------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Test Type | No Intercept No Trend | Intercept No Trend | Intercept No Trend | Intercept Trend | Intercept Trend |
| Trace | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Max-Eig | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

*Critical values based on MacKinnon-Haug-Michelis (1999)

Information Criteria by Rank and Model

| Data Trend: | None | None | Linear | Linear | Quadratic |
|--|--------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Rank or No. of CEs | No Intercept No Trend | Intercept No Trend | Intercept No Trend | Intercept Trend | Intercept Trend |
| Log Likelihood by Rank (rows) and Model (columns) | | | | | |
| 0 | 254.2568 | 254.2568 | 254.8031 | 254.8031 | 255.7485 |
| 1 | 302.5033 | 303.4814 | 303.6563 | 304.1829 | 304.3899 |
| 2 | 338.9389 | 340.1464 | 340.3185 | 340.8668 | 341.0156 |
| 3 | 366.3073 | 368.3145 | 368.4858 | 369.1711 | 369.2877 |
| 4 | 388.3058 | 390.4625 | 390.6235 | 391.3956 | 391.5075 |
| 5 | 404.6840 | 406.9139 | 406.9352 | 407.9936 | 408.0871 |
| 6 | 416.0724 | 418.6083 | 418.6083 | 420.0493 | 420.0493 |
| Akaike Information Criteria by Rank (rows) and Model (columns) | | | | | |
| 0 | -2.450152 | -2.450152 | -2.328957 | -2.328957 | -2.216634 |
| 1 | -3.255630 | -3.255141 | -3.147918 | -3.137397 | -3.030887 |
| 2 | -3.798643 | -3.781032 | -3.695967 | -3.663706 | -3.578124 |
| 3 | -4.140161 | -4.118100 | -4.055239 | -4.003802 | -3.939726 |
| 4 | -4.362352 | -4.321388 | -4.280522 | -4.208790 | -4.166833 |
| 5 | -4.459645* | -4.398086 | -4.376338 | -4.288746 | -4.268602 |
| 6 | -4.446053 | -4.369073 | -4.369073 | -4.267762 | -4.267762 |
| Schwarz Criteria by Rank (rows) and Model (columns) | | | | | |
| 0 | 1.549544 | 1.549544 | 1.837392 | 1.837392 | 2.116370 |
| 1 | 1.077374 | 1.105638 | 1.351739 | 1.390036 | 1.635425 |
| 2 | 0.867668 | 0.940831 | 1.136998 | 1.224811 | 1.421496 |
| 3 | 0.859458* | 0.964846 | 1.111034 | 1.245799 | 1.393201 |
| 4 | 0.970576 | 1.122642 | 1.219059 | 1.401894 | 1.499402 |
| 5 | 1.206590 | 1.407027 | 1.456552 | 1.683021 | 1.730942 |
| 6 | 1.553490 | 1.797125 | 1.797125 | 2.065089 | 2.065089 |

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.3.4 – Teste do modelo a estimar Johansen Cointegration Test (Portugal)

Date: 09/11/18 Time: 23:51
 Sample: 2008M02 2015M12
 Included observations: 90
 Series: P EER EENR EEE IEE Q
 Lags interval: 1 to 4

Selected (0.05 level*) Number of Cointegrating Relations by Model

| Data Trend: | None | None | Linear | Linear | Quadratic |
|-------------|--------------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Test Type | No Intercept | Intercept | No Trend | Intercept | Intercept |
| | No Trend | No Trend | No Trend | Trend | Trend |
| Trace | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Max-Eig | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

*Critical values based on MacKinnon-Haug-Michelis (1999)

Information Criteria by Rank and Model

| Data Trend: | None | None | Linear | Linear | Quadratic |
|-------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rank or | No Intercept | Intercept | Intercept | Intercept | Intercept |
| No. of CEs | No Trend | No Trend | No Trend | Trend | Trend |

| Log Likelihood by Rank (rows) and Model (columns) | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0 | 179.8467 | 179.8467 | 180.3317 | 180.3317 | 181.0850 |
| 1 | 232.3356 | 233.3473 | 233.4963 | 233.8220 | 233.8948 |
| 2 | 277.3526 | 278.3695 | 278.4657 | 278.7920 | 278.7992 |
| 3 | 306.1584 | 307.6382 | 307.7272 | 308.3811 | 308.3880 |
| 4 | 324.6755 | 326.1826 | 326.2716 | 327.2500 | 327.2535 |
| 5 | 340.1063 | 341.6158 | 341.6236 | 342.8252 | 342.8257 |
| 6 | 348.5179 | 350.8649 | 350.8649 | 352.3207 | 352.3207 |

| Akaike Information Criteria by Rank (rows) and Model (columns) | | | | | |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0 | -0.796594 | -0.796594 | -0.674038 | -0.674038 | -0.557444 |
| 1 | -1.696347 | -1.696608 | -1.588807 | -1.573822 | -1.464328 |
| 2 | -2.430057 | -2.408211 | -2.321461 | -2.284267 | -2.195537 |
| 3 | -2.803520 | -2.769739 | -2.705049 | -2.652914 | -2.586401 |
| 4 | -2.948345 | -2.892948 | -2.850479 | -2.783334 | -2.738966 |
| 5 | -3.024584* | -2.947017 | -2.924969 | -2.840561 | -2.818350 |
| 6 | -2.944842 | -2.863665 | -2.863665 | -2.762681 | -2.762681 |

| Schwarz Criteria by Rank (rows) and Model (columns) | | | | | |
|---|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 0 | 3.203101 | 3.203101 | 3.492312 | 3.492312 | 3.775559 |
| 1 | 2.636656 | 2.664172 | 2.910851 | 2.953612 | 3.201983 |
| 2 | 2.236254 | 2.313651 | 2.511504 | 2.604250 | 2.804082 |
| 3 | 2.196100* | 2.313208 | 2.461225 | 2.596687 | 2.746527 |
| 4 | 2.384582 | 2.551082 | 2.649102 | 2.827350 | 2.927270 |
| 5 | 2.641651 | 2.858097 | 2.907920 | 3.131207 | 3.181193 |
| 6 | 3.054702 | 3.302532 | 3.302532 | 3.570170 | 3.570170 |

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Anexo A.4 – Estimação modelo VECM: Autocorrelação, Normalidade e Heterocedasticidade
A.4.1 – Modelo VECM

Tabela A.4.1.1 – Modelo estimado por VECM (Espanha)

Vector Error Correction Estimates
 Date: 09/11/18 Time: 23:09
 Sample (adjusted): 2008M07 2015M12
 Included observations: 90 after adjustments
 Standard errors in () & t-statistics in []

| Cointegrating Eq: | CointEq1 | CointEq2 | CointEq3 | CointEq4 | CointEq5 | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| P(-1) | 1.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | |
| EER(-1) | 0.000000 | 1.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | |
| EENR(-1) | 0.000000 | 0.000000 | 1.000000 | 0.000000 | 0.000000 | |
| EEE(-1) | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 1.000000 | 0.000000 | |
| IEE(-1) | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 1.000000 | |
| Q(-1) | -2.588594 (0.35943) [-7.20191] | 6.836071 (0.67571) [10.1168] | -2.027334 (0.22390) [-9.05463] | 1.052008 (0.14728) [7.14276] | -7.272636 (0.68686) [-10.5983] | |
| Error Correction: | D(P) | D(EER) | D(EENR) | D(EEE) | D(Q) | |
| CointEq1 | -2.262018 (0.33381) [-4.22166] | -0.092415 (0.47754) [-0.19352] | 0.083157 (0.22888) [0.36332] | 0.505113 (0.40450) [1.24873] | 0.631270 (0.84159) [0.75009] | 0.028024 (0.30027) [0.09333] |
| CointEq2 | -1.443362 (0.49312) [-2.92699] | 0.162323 (0.43949) [0.36935] | -1.276885 (0.21064) [-6.06186] | 0.072190 (0.37227) [0.19392] | -2.344037 (0.77453) [-3.02638] | 0.087313 (0.27635) [0.31595] |
| CointEq3 | -0.543501 (1.29358) [-0.39000] | 2.544114 (1.24201) [2.04839] | -3.810061 (0.59528) [-6.40042] | -0.477282 (1.05206) [-0.45367] | -4.172305 (2.18986) [-1.90616] | 0.190065 (0.78097) [0.24337] |
| CointEq4 | -0.695409 (0.69805) [-1.16279] | 0.135054 (0.63300) [0.25338] | -0.084700 (0.25546) [-0.33155] | -2.447606 (0.45149) [-5.42121] | -0.354212 (0.93934) [-0.37708] | -0.415637 (0.33515) [-1.24014] |
| CointEq5 | -0.479948 (0.24655) [-1.94665] | -0.482156 (0.31462) [-1.9426] | -0.159395 (0.10532) [-1.51348] | -0.968956 (0.18613) [-5.19826] | -1.282116 (0.38725) [-3.31061] | 0.271175 (0.22143) [1.96264] |
| D(P(-1)) | 0.950914 (0.45488) [2.09045] | 0.073886 (0.40541) [0.18225] | -0.046212 (0.19431) [-0.23783] | -0.471158 (0.34341) [-1.37201] | -0.537224 (0.71448) [-0.75191] | -0.131489 (0.25492) [-0.51580] |
| D(P(-2)) | 0.459698 (0.35944) [1.27892] | 0.148972 (0.32035) [0.46503] | -0.008463 (0.15354) [-0.05512] | -0.277066 (0.27735) [-1.02105] | -0.524057 (0.56457) [-0.92825] | -0.011539 (0.20242) [-0.05728] |
| D(P(-3)) | 0.145014 (0.25948) [0.55887] | 0.204426 (0.23125) [0.88399] | -0.012133 (0.11084) [-0.10946] | -0.326837 (0.19589) [-1.66849] | 0.094035 (0.40755) [0.23073] | -0.003333 (0.14541) [-0.02292] |
| D(P(-4)) | -0.003350 (0.15171) [-0.02125] | 0.069796 (0.14047) [0.49689] | -0.002210 (0.10673) [-0.03283] | -0.142021 (0.11898) [-1.19362] | 0.156149 (0.24755) [0.63077] | 0.021138 (0.38832) [-0.49987] |
| D(EER(-1)) | 1.065890 (0.43037) [2.47666] | -1.082636 (0.38356) [-2.82257] | 1.042077 (0.18384) [5.66841] | 0.043085 (0.32490) [0.13261] | 1.958597 (0.67598) [2.89743] | -0.062492 (0.24118) [-0.25910] |
| D(EER(-2)) | 0.795519 (0.32896) [2.25351] | -0.687462 (0.29318) [-2.18507] | 0.844912 (0.15079) [5.60309] | -0.106364 (0.26650) [-0.39911] | 1.826567 (0.55447) [3.29426] | -0.088899 (0.19783) [-0.44937] |
| D(EER(-3)) | 0.227815 (0.32896) [0.69253] | -0.382536 (0.29318) [-1.30478] | 0.488558 (0.14052) [3.47682] | -0.237717 (0.24834) [-0.95722] | 1.225732 (0.51669) [2.37229] | -0.017180 (0.18435) [-0.09319] |
| D(EER(-4)) | 0.006693 (0.31361) [0.03133] | -0.158809 (0.19038) [-0.83418] | 0.181369 (0.17768) [1.98768] | -0.106746 (0.09125) [-0.66194] | 0.193573 (0.33551) [0.57695] | 0.021138 (0.11971) [0.17658] |
| D(EENR(-1)) | 0.370265 (1.15263) [0.32124] | -2.102539 (1.02726) [-2.04674] | 2.169876 (0.49236) [4.40711] | 0.716261 (0.87016) [0.82314] | 2.962987 (1.81040) [1.63664] | 0.024280 (0.64594) [0.03759] |
| D(EENR(-2)) | 0.554993 (0.67169) [0.83699] | -1.903209 (0.77688) [-2.44982] | 1.714132 (0.37225) [4.60353] | 0.557221 (0.65806) [0.84676] | 2.156234 (1.36914) [1.57488] | -0.221381 (0.48850) [-0.45319] |
| D(EENR(-3)) | 0.461276 (0.67198) [0.68644] | -1.554422 (0.59889) [-2.59548] | 1.157131 (0.28704) [4.03119] | 0.609268 (0.50730) [1.20100] | 0.442496 (1.05546) [0.41924] | -0.028570 (0.37658) [-0.07587] |
| D(EENR(-4)) | 0.037661 (0.38212) [0.09855] | -0.558478 (0.34060) [-1.63968] | 0.418117 (0.16325) [2.56125] | 0.359015 (0.26851) [1.24437] | -0.956710 (0.60026) [-1.59382] | 0.048859 (0.21417) [0.22813] |
| D(EEE(-1)) | 0.763494 (0.50191) [1.52118] | -0.324276 (0.44732) [-0.72493] | 0.206025 (0.21440) [0.96095] | 1.183828 (0.37891) [3.12431] | 0.320541 (0.78834) [0.40660] | 0.342952 (0.28127) [1.21928] |
| D(EEE(-2)) | 0.481762 (0.40802) [1.17784] | -0.172735 (0.36453) [-0.47385] | 0.013958 (0.17472) [0.07989] | 0.612181 (0.30878) [1.98256] | 0.131024 (0.64244) [0.20395] | 0.266814 (0.22292) [1.16401] |
| D(EEE(-3)) | 0.271487 (0.28406) [0.95575] | -0.089578 (0.25316) [-0.35384] | 0.063557 (0.12134) [0.52380] | 0.391518 (0.21444) [1.82574] | 0.186918 (0.44616) [0.41895] | 0.177803 (0.15919) [1.11694] |
| D(EEE(-4)) | 0.020563 (0.18757) [0.10963] | -0.032973 (0.16171) [-0.19724] | -0.020497 (0.09012) [-0.25882] | 0.031146 (0.14160) [0.21995] | 0.260537 (0.29461) [0.88435] | -0.003978 (0.10511) [-0.03785] |
| D(IEE(-1)) | 0.447432 (0.21568) [2.07449] | 0.404238 (0.19222) [2.10295] | 0.141509 (0.09213) [1.53594] | 0.393110 (0.16283) [2.41430] | -0.137683 (0.33877) [-0.40642] | -0.206810 (0.12087) [-1.71101] |
| D(IEE(-2)) | 0.367536 (0.17371) [2.04520] | 0.365414 (0.16016) [2.28154] | 0.104264 (0.07676) [1.35825] | 0.244185 (0.13567) [1.79989] | -0.230932 (0.28225) [-0.81815] | -0.129064 (0.10071) [-1.28156] |
| D(IEE(-3)) | 0.224305 (0.13410) [1.67270] | 0.226745 (0.11951) [1.89724] | 0.083348 (0.05728) [1.45505] | 0.096877 (0.10123) [0.95696] | -0.101505 (0.21062) [-0.48193] | -0.065461 (0.07515) [-0.87108] |
| D(IEE(-4)) | 0.105303 (0.07716) [1.36469] | 0.075690 (0.06877) [1.10062] | 0.060895 (0.03296) [1.84747] | 0.052020 (0.05825) [0.89301] | -0.058518 (0.12120) [-0.48283] | -0.047924 (0.04324) [-1.10826] |
| D(Q(-1)) | 0.013124 (0.28212) [0.04652] | 0.118324 (0.25143) [0.47060] | 0.142389 (0.12051) [1.18156] | -0.077021 (0.21298) [-0.36164] | 0.286236 (0.44311) [0.64597] | 0.655497 (0.15810) [4.14609] |
| D(Q(-2)) | -0.075228 (0.22088) [-0.34059] | 0.081595 (0.19889) [0.41450] | 0.119405 (0.09453) [1.26556] | 0.007599 (0.16878) [0.04557] | 0.192283 (0.34892) [0.55425] | 0.403955 (0.12378) [3.26348] |
| D(Q(-3)) | -0.106170 (0.16482) [-0.64492] | 0.035776 (0.14672) [0.24384] | 0.043625 (0.07032) [0.62037] | -0.055393 (0.12428) [-0.44571] | 0.466020 (0.25857) [1.80229] | 0.199088 (0.09226) [2.15798] |
| D(Q(-4)) | -0.074603 (0.10638) [-0.70127] | 0.051836 (0.09481) [0.54672] | 0.014490 (0.04544) [0.31886] | 0.038448 (0.09031) [0.45383] | 0.177531 (0.16703) [1.06247] | 0.050429 (0.05362) [0.84587] |
| R-squared | 0.712697 | 0.636141 | 0.828305 | 0.771028 | 0.816450 | 0.862121 |
| Adj. R-squared | 0.580821 | 0.469124 | 0.749495 | 0.665926 | 0.732198 | 0.798832 |
| Sum sq. resids | 2.264638 | 1.798807 | 0.411223 | 1.290671 | 5.868925 | 0.711226 |
| S.E. equation | 0.192679 | 0.171723 | 0.082305 | 0.145460 | 0.302637 | 0.107979 |
| F-statistic | 5.404274 | 3.808842 | 10.51006 | 7.380110 | 9.690532 | 13.62201 |
| Log likelihood | 38.00330 | -8.36541 | 114.5365 | 63.30468 | -2.532339 | 90.12140 |
| Akaike AIC | -0.200073 | -0.430365 | -1.901256 | -0.762326 | 0.702941 | -1.358253 |
| Schwarz SC | 0.065423 | 0.375123 | -0.095762 | 0.045168 | 1.508435 | 0.552758 |
| Mean dependent | -0.004671 | -0.001558 | 0.000483 | 0.002211 | 0.010399 | -0.000829 |
| S.D. dependent | 0.297601 | 0.235684 | 0.164444 | 0.251664 | 0.584810 | 0.240746 |
| Determinant resid covariance (dof adj.) | 5.1E-11 | 5.01E-12 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| Determinant resid covariance | 404.6840 | 404.6840 | 404.6840 | 404.6840 | 404.6840 | 404.6840 |
| Log likelihood | -4.459645 | -4.459645 | -4.459645 | -4.459645 | -4.459645 | -4.459645 |
| Schwarz criterion | 1.206590 | 1.206590 | 1.206590 | 1.206590 | 1.206590 | 1.206590 |
| Number of coefficients | 204 | 204 | 204 | 204 | 204 | 204 |

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.4.1.2 – Modelo estimado por VECM (Portugal)

Vector Error Correction Estimates
Date: 09/17/16 Time: 23:53
Sample (adjusted): 2008M07 2015M12
Included observations: 90 after adjustments
Standard errors in () & t-statistics in []

| Cointegrating Eq: | CointEq1 | CointEq2 | CointEq3 | CointEq4 | CointEq5 | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| P(-1) | 1.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | |
| EER(-1) | 0.000000 | 1.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | |
| EENR(-1) | 0.000000 | 0.000000 | 1.000000 | 0.000000 | 0.000000 | |
| EEE(-1) | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 1.000000 | 0.000000 | |
| IEE(-1) | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 1.000000 | |
| Q(-1) | 1.813639 (0.25094) [7.22731] | 2.106012 (0.37671) [5.59048] | 0.423400 (0.09056) [4.67533] | -8.384212 (0.77703) [-10.7900] | -0.575347 (0.32158) [-1.78913] | |
| Error Correction: | D(P) | D(EER) | D(EENR) | D(EEE) | D(Q) | |
| CointEq1 | -1.799154 (0.50100) [-3.57119] | 0.166263 (0.59766) [0.27819] | 0.418630 (0.20741) [2.01834] | 0.307398 (0.92418) [0.30920] | 0.356525 (0.75607) [0.47023] | 0.139674 (0.28129) [0.49654] |
| CointEq2 | -0.521437 (0.26525) [-1.96585] | -0.508538 (0.31643) [-1.60712] | -0.597829 (0.10981) [-5.44407] | -0.583922 (0.52636) [-1.10936] | -1.275419 (0.40029) [-3.18620] | -0.217327 (0.14893) [-1.45827] |
| CointEq3 | -0.734613 (1.11024) [-0.66637] | 3.851936 (1.31512) [2.92888] | -3.651496 (0.45840) [-8.00066] | -1.076620 (2.18764) [-0.49214] | -2.777923 (1.68368) [-1.66974] | -0.370701 (0.61897) [-0.59890] |
| CointEq4 | -0.491751 (0.10048) [-4.89414] | 0.086057 (0.11986) [0.71795] | -0.233704 (0.04160) [-5.61820] | -0.329284 (0.19939) [-1.65147] | -0.143111 (0.15163) [-0.94379] | 0.247699 (0.05641) [4.39067] |
| CointEq5 | -0.517006 (0.35524) [-1.45538] | -0.106114 (0.42378) [-0.25040] | -0.334661 (0.14707) [-2.27554] | 1.641437 (0.70494) [2.32849] | -2.346985 (0.53610) [-4.37788] | -0.007011 (0.19845) [-0.03515] |
| D(P-1) | 0.501915 (0.43207) [1.16166] | -0.172057 (0.51544) [-0.33381] | -0.341975 (0.17888) [-1.91179] | -0.115440 (0.85740) [-0.13464] | -0.030377 (0.65205) [-0.04659] | -0.099926 (0.24259) [-0.41191] |
| D(P-2) | 0.107057 (0.35573) [0.30095] | -0.048607 (0.42437) [-0.11454] | -0.186191 (0.14172) [-1.28425] | -0.475223 (0.70592) [-0.67320] | -0.013463 (0.53695) [-0.02508] | 0.030089 (0.53695) [0.05641] |
| D(P-3) | 0.154144 (0.24914) [0.61871] | -0.096949 (0.29721) [-0.32620] | -0.060018 (0.10314) [-0.58189] | -0.154960 (0.49439) [-0.31343] | 0.194966 (0.37599) [0.51855] | 0.049090 (0.13988) [0.35094] |
| D(P-4) | 0.126347 (0.15949) [0.79732] | -0.093171 (0.18304) [-0.49286] | 0.033690 (0.06560) [0.51353] | -0.245010 (0.31446) [-0.77915] | 0.173685 (0.23914) [0.72628] | 0.036235 (0.08897) [0.40726] |
| D(EER(-1)) | 0.166657 (0.24390) [0.68330] | -0.461043 (0.29096) [-1.58456] | 0.472365 (0.10097) [4.67806] | 1.474581 (0.48400) [3.04667] | 0.915055 (0.36908) [2.48604] | 0.224728 (0.13694) [1.64104] |
| D(EER(-2)) | -0.030516 (0.25126) [-0.12145] | -0.092126 (0.23974) [-0.30736] | 0.375316 (0.10402) [3.60808] | 1.801914 (0.49860) [3.61396] | 0.569928 (0.37919) [1.46877] | 0.178759 (0.14107) [1.26714] |
| D(EER(-3)) | -0.019958 (0.24385) [-0.08184] | -0.089828 (0.29091) [-0.30879] | 0.314834 (0.10096) [3.11853] | 0.912229 (0.48391) [1.88513] | 0.666578 (0.36801) [1.81131] | 0.128320 (0.13692) [0.93722] |
| D(EER(-4)) | 0.110866 (0.16394) [0.67518] | -0.152727 (0.15557) [-0.78094] | 0.186146 (0.06787) [2.74269] | 0.101557 (0.32523) [0.31218] | 0.461817 (0.24740) [1.86666] | 0.140899 (0.09205) [1.53076] |
| D(EENR(-1)) | 0.109876 (0.91237) [0.12043] | -3.046598 (1.08841) [-2.79912] | 2.040561 (0.37772) [5.40228] | 1.153572 (1.81052) [0.63715] | 1.981243 (1.37689) [1.43893] | 0.535236 (0.51227) [1.04484] |
| D(EENR(-2)) | 0.123626 (0.73904) [0.16751] | -2.859063 (0.88044) [-3.24729] | 1.367947 (0.30555) [4.47701] | 0.365701 (1.46457) [0.24970] | 1.759273 (1.11380) [1.57952] | 0.366689 (0.41429) [0.86077] |
| D(EENR(-3)) | 0.036376 (0.52271) [0.06959] | -2.127152 (0.62357) [-3.41125] | 0.938562 (0.21640) [4.33709] | -0.187722 (1.03728) [-0.18098] | 1.090427 (0.78884) [1.36963] | 0.474658 (0.29349) [1.61731] |
| D(EENR(-4)) | 0.025309 (0.35443) [0.07568] | -1.037384 (0.38896) [-2.60021] | 0.301167 (0.13846) [2.17520] | -0.591793 (0.66355) [-0.89172] | 0.779432 (0.50470) [1.54434] | 0.221448 (0.18777) [1.17934] |
| D(EEE(-1)) | 0.560947 (0.11356) [4.93981] | -0.091880 (0.13547) [-0.67825] | 0.199925 (0.04701) [4.25260] | -1.164316 (0.22534) [-5.16687] | 0.185780 (0.17137) [1.06408] | -0.231315 (0.06376) [-3.62799] |
| D(EEE(-2)) | 0.577447 (0.14491) [3.98480] | -0.058267 (0.17287) [-0.33705] | 0.197655 (0.05999) [3.29458] | -1.010910 (0.28571) [-3.51539] | 0.113211 (0.21869) [0.51767] | -0.181292 (0.08136) [-2.22816] |
| D(EEE(-3)) | 0.350411 (0.13831) [2.53358] | 0.031090 (0.16499) [0.18843] | 0.091355 (0.05726) [1.59547] | -0.395203 (0.27446) [-1.43994] | -0.129700 (0.20872) [-0.62140] | -0.147814 (0.07766) [-1.90346] |
| D(EEE(-4)) | 0.076054 (0.08559) [0.88860] | 0.062403 (0.10210) [0.61171] | 0.059099 (0.03543) [1.66787] | 0.003690 (0.16994) [0.02172] | -0.117500 (0.12917) [-0.90968] | -0.070355 (0.04806) [-1.46402] |
| D(IEE(-1)) | 0.648535 (0.32202) [2.01393] | 0.016550 (0.38416) [0.04308] | 0.289882 (0.13332) [2.17435] | -1.510441 (0.63903) [-2.36365] | 1.044014 (0.48598) [2.14827] | -0.040953 (0.18081) [-0.22650] |
| D(IEE(-2)) | 0.590959 (0.28695) [2.06467] | 0.189800 (0.34124) [0.55620] | 0.261285 (0.11842) [2.20634] | -0.768463 (0.56764) [-1.35379] | 0.527259 (0.43169) [1.22139] | -0.079355 (0.16051) [-0.49409] |
| D(IEE(-3)) | 0.373366 (0.21716) [1.71934] | 0.261556 (0.25906) [1.00965] | 0.135304 (0.08990) [1.50500] | -0.311904 (0.43093) [-0.72380] | 0.224620 (0.32772) [0.68540] | -0.168733 (0.12193) [-1.38389] |
| D(IEE(-4)) | -0.020027 (0.13472) [-0.14865] | 0.257096 (0.18071) [1.59971] | 0.047323 (0.05577) [0.84847] | 0.147876 (0.26734) [0.55314] | -0.155241 (0.20331) [-0.76357] | -0.091554 (0.07554) [-1.21038] |
| D(Q(-1)) | 0.083585 (0.28691) [0.29133] | -0.068126 (0.34227) [-0.19904] | -0.017269 (0.11878) [-0.14538] | -0.426955 (0.56935) [-0.74990] | 0.448356 (0.43299) [1.03549] | 0.809599 (0.16109) [5.02569] |
| D(Q(-2)) | 0.016933 (0.22401) [0.07559] | -0.071459 (0.26724) [-0.26740] | -0.018225 (0.09274) [-0.19652] | -0.401087 (0.44453) [-0.90227] | 0.357819 (0.33806) [1.05843] | 0.501578 (0.12578) [3.98787] |
| D(Q(-3)) | -0.013423 (0.16254) [-0.08259] | -0.043652 (0.19390) [-0.22513] | -0.006959 (0.06729) [-0.10342] | 0.022259 (0.32254) [0.06901] | 0.188140 (0.24529) [0.76701] | 0.262366 (0.09126) [2.87495] |
| D(Q(-4)) | -0.009765 (0.10204) [-0.09570] | -0.031548 (0.12173) [-0.25917] | 0.022560 (0.04224) [0.53404] | 0.147777 (0.20248) [0.72982] | 0.075047 (0.15399) [0.48736] | 0.111303 (0.05729) [1.94277] |
| R-squared | 0.746460 | 0.656542 | 0.843365 | 0.827639 | 0.750132 | 0.865583 |
| Adj. R-squared | 0.630080 | 0.498890 | 0.771467 | 0.748523 | 0.635439 | 0.803883 |
| Sum sq. resids | 2.199444 | 3.130102 | 0.376978 | 8.661185 | 5.009205 | 6.933699 |
| S.E. equation | 0.189886 | 0.225624 | 0.078613 | 0.378811 | 0.296563 | 0.196815 |
| F-statistic | 6.414029 | 4.164487 | 11.73002 | 10.48103 | 6.540333 | 14.02893 |
| Log likelihood | 39.31776 | 23.43901 | 118.6875 | 12.36185 | 27.9482 | 61.26564 |
| Akaike AIC | -229264 | 0.123578 | -1990506 | 1.141363 | 0.593789 | -1.383681 |
| Schwarz SC | 0.576211 | 0.929072 | -1.187562 | 1.946858 | 1.399283 | -0.578187 |
| Mean dependent | 0.000116 | 0.001712 | 0.000483 | 0.000825 | 0.003252 | 0.000829 |
| S.D. dependent | 0.312204 | 0.319998 | 0.164444 | 0.751406 | 0.474607 | 0.240746 |
| Determinant resid covariance (dof adj.) | 2.17E-10 | | | | | |
| Determinant resid covariance | 2.10E-11 | | | | | |
| Log likelihood | 340.1063 | | | | | |
| Akaike information criterion | -3.024584 | | | | | |
| Schwarz criterion | 2.641651 | | | | | |
| Number of coefficients | 204 | | | | | |

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

A.4.2 – Teste à existência de Autocorrelação

Tabela A.4.2.1 – Teste de Autocorrelação (Espanha)

VEC Residual Serial Correlation LM Tests
 Date: 09/11/18 Time: 23:11
 Sample: 2008M02 2015M12
 Included observations: 90

Null hypothesis: No serial correlation at lag h

| Lag | LRE* stat | df | Prob. | Rao F-stat | df | Prob. |
|-----|-----------|----|--------|------------|-------------|--------|
| 1 | 46.25793 | 36 | 0.1176 | 1.316834 | (36, 222.3) | 0.1195 |
| 2 | 23.63894 | 36 | 0.9437 | 0.641137 | (36, 222.3) | 0.9443 |
| 3 | 30.80430 | 36 | 0.7139 | 0.848318 | (36, 222.3) | 0.7163 |
| 4 | 47.80343 | 36 | 0.0902 | 1.365375 | (36, 222.3) | 0.0918 |

Null hypothesis: No serial correlation at lags 1 to h

| Lag | LRE* stat | df | Prob. | Rao F-stat | df | Prob. |
|-----|-----------|-----|--------|------------|--------------|--------|
| 1 | 46.25793 | 36 | 0.1176 | 1.316834 | (36, 222.3) | 0.1195 |
| 2 | 68.83827 | 72 | 0.5838 | 0.948394 | (72, 245.2) | 0.5960 |
| 3 | 100.1521 | 108 | 0.6921 | 0.903538 | (108, 225.0) | 0.7219 |
| 4 | 154.1596 | 144 | 0.2662 | 1.063317 | (144, 194.9) | 0.3435 |

*Edgeworth expansion corrected likelihood ratio statistic.

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.4.2.2 – Teste de Autocorrelação (Portugal)

VEC Residual Serial Correlation LM Tests
 Date: 09/11/18 Time: 23:54
 Sample: 2008M02 2015M12
 Included observations: 90

Null hypothesis: No serial correlation at lag h

| Lag | LRE* stat | df | Prob. | Rao F-stat | df | Prob. |
|-----|-----------|----|--------|------------|-------------|--------|
| 1 | 48.29725 | 36 | 0.0826 | 1.380951 | (36, 222.3) | 0.0842 |
| 2 | 45.71680 | 36 | 0.1286 | 1.299912 | (36, 222.3) | 0.1307 |
| 3 | 49.52749 | 36 | 0.0661 | 1.419896 | (36, 222.3) | 0.0674 |
| 4 | 36.93234 | 36 | 0.4257 | 1.030494 | (36, 222.3) | 0.4288 |

Null hypothesis: No serial correlation at lags 1 to h

| Lag | LRE* stat | df | Prob. | Rao F-stat | df | Prob. |
|-----|-----------|-----|--------|------------|--------------|--------|
| 1 | 48.29725 | 36 | 0.0826 | 1.380951 | (36, 222.3) | 0.0842 |
| 2 | 77.27385 | 72 | 0.3140 | 1.081466 | (72, 245.2) | 0.3264 |
| 3 | 123.5602 | 108 | 0.1453 | 1.165937 | (108, 225.0) | 0.1702 |
| 4 | 162.4442 | 144 | 0.1395 | 1.139800 | (144, 194.9) | 0.1974 |

*Edgeworth expansion corrected likelihood ratio statistic.

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

A.4.3 – Teste à Normalidade

Tabela A.4.3.1 – Teste de Normalidade (Espanha)

VEC Residual Normality Tests
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)
 Null Hypothesis: Residuals are multivariate normal
 Date: 09/11/18 Time: 23:12
 Sample: 2008M02 2015M12
 Included observations: 90

| Component | Skewness | Chi-sq | df | Prob.* |
|-----------|-----------|----------|----|--------|
| 1 | -0.224715 | 0.757449 | 1 | 0.3841 |
| 2 | -0.117535 | 0.207216 | 1 | 0.6490 |
| 3 | -0.293770 | 1.294514 | 1 | 0.2552 |
| 4 | 0.137603 | 0.284019 | 1 | 0.5941 |
| 5 | -0.307385 | 1.417280 | 1 | 0.2339 |
| 6 | 0.889683 | 11.87303 | 1 | 0.0006 |
| Joint | | 15.83351 | 6 | 0.0147 |

| Component | Kurtosis | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----------|----|--------|
| 1 | 4.044567 | 4.091702 | 1 | 0.0431 |
| 2 | 2.731122 | 0.271107 | 1 | 0.6026 |
| 3 | 3.103815 | 0.040416 | 1 | 0.8407 |
| 4 | 2.941278 | 0.012931 | 1 | 0.9095 |
| 5 | 3.496354 | 0.923877 | 1 | 0.3365 |
| 6 | 4.248158 | 5.842115 | 1 | 0.0156 |
| Joint | | 11.18215 | 6 | 0.0829 |

| Component | Jarque-Bera | df | Prob. |
|-----------|-------------|----|--------|
| 1 | 4.849151 | 2 | 0.0885 |
| 2 | 0.478324 | 2 | 0.7873 |
| 3 | 1.334930 | 2 | 0.5130 |
| 4 | 0.296950 | 2 | 0.8620 |
| 5 | 2.341157 | 2 | 0.3102 |
| 6 | 17.71514 | 2 | 0.0001 |
| Joint | 27.01566 | 12 | 0.0077 |

*Approximate p-values do not account for coefficient estimation

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.4.3.2 – Teste de Normalidade (Portugal)

VEC Residual Normality Tests
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)
 Null Hypothesis: Residuals are multivariate normal
 Date: 09/11/18 Time: 23:55
 Sample: 2008M02 2015M12
 Included observations: 90

| Component | Skewness | Chi-sq | df | Prob.* |
|-----------|-----------|----------|----|--------|
| 1 | -0.621285 | 5.789930 | 1 | 0.0161 |
| 2 | -0.285278 | 1.220753 | 1 | 0.2692 |
| 3 | 0.058240 | 0.050879 | 1 | 0.8215 |
| 4 | 0.041400 | 0.025710 | 1 | 0.8726 |
| 5 | 0.258359 | 1.001241 | 1 | 0.3170 |
| 6 | 1.314371 | 25.91357 | 1 | 0.0000 |
| Joint | | 34.00208 | 6 | 0.0000 |

| Component | Kurtosis | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----------|----|--------|
| 1 | 4.859798 | 12.97068 | 1 | 0.0003 |
| 2 | 2.676839 | 0.391623 | 1 | 0.5314 |
| 3 | 3.723772 | 1.964423 | 1 | 0.1610 |
| 4 | 2.617088 | 0.549831 | 1 | 0.4584 |
| 5 | 3.238656 | 0.213588 | 1 | 0.6440 |
| 6 | 7.042139 | 61.27082 | 1 | 0.0000 |
| Joint | | 77.36096 | 6 | 0.0000 |

| Component | Jarque-Bera | df | Prob. |
|-----------|-------------|----|--------|
| 1 | 18.76061 | 2 | 0.0001 |
| 2 | 1.612376 | 2 | 0.4466 |
| 3 | 2.015302 | 2 | 0.3651 |
| 4 | 0.575541 | 2 | 0.7499 |
| 5 | 1.214829 | 2 | 0.5448 |
| 6 | 87.18439 | 2 | 0.0000 |
| Joint | 111.3630 | 12 | 0.0000 |

*Approximate p-values do not account for coefficient estimation

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

A.4.4 – Teste à Heterocedasticidade

Tabela A.4.4.1 – Teste de Heterocedasticidade (Espanha)

VEC Residual Heteroskedasticity Tests (Levels and Squares)
 Date: 09/11/18 Time: 23:12
 Sample: 2008M02 2015M12
 Included observations: 90

| Joint test: | | | | | |
|------------------------|-----------|----------|--------|------------|--------|
| Chi-sq | df | Prob. | | | |
| 1186.431 | 1218 | 0.7362 | | | |
| Individual components: | | | | | |
| Dependent | R-squared | F(58,31) | Prob. | Chi-sq(58) | Prob. |
| res1*res1 | 0.724293 | 1.404104 | 0.1538 | 65.18633 | 0.2411 |
| res2*res2 | 0.660203 | 1.038466 | 0.4653 | 59.41830 | 0.4237 |
| res3*res3 | 0.632045 | 0.918093 | 0.6191 | 56.88402 | 0.5168 |
| res4*res4 | 0.501024 | 0.536676 | 0.9796 | 45.09213 | 0.8921 |
| res5*res5 | 0.395176 | 0.349218 | 0.9997 | 35.56588 | 0.9911 |
| res6*res6 | 0.753301 | 1.632057 | 0.0705 | 67.79711 | 0.1777 |
| res2*res1 | 0.713855 | 1.333391 | 0.1941 | 64.24695 | 0.2670 |
| res3*res1 | 0.835625 | 2.717128 | 0.0017 | 75.20627 | 0.0639 |
| res3*res2 | 0.623013 | 0.883292 | 0.6651 | 56.07117 | 0.5474 |
| res4*res1 | 0.697706 | 1.233608 | 0.2663 | 62.79356 | 0.3103 |
| res4*res2 | 0.516968 | 0.572033 | 0.9669 | 46.52709 | 0.8603 |
| res4*res3 | 0.428572 | 0.400864 | 0.9987 | 38.57152 | 0.9769 |
| res5*res1 | 0.546171 | 0.643235 | 0.9268 | 49.15536 | 0.7894 |
| res5*res2 | 0.436239 | 0.413583 | 0.9982 | 39.26149 | 0.9719 |
| res5*res3 | 0.530078 | 0.602903 | 0.9520 | 47.70699 | 0.8305 |
| res5*res4 | 0.599999 | 0.801721 | 0.7696 | 53.99991 | 0.6248 |
| res6*res1 | 0.761719 | 1.708598 | 0.0539 | 68.55474 | 0.1618 |
| res6*res2 | 0.643573 | 0.965076 | 0.5574 | 57.92159 | 0.4782 |
| res6*res3 | 0.639162 | 0.946743 | 0.5813 | 57.52457 | 0.4929 |
| res6*res4 | 0.647365 | 0.981198 | 0.5366 | 58.26282 | 0.4656 |
| res6*res5 | 0.801243 | 2.154647 | 0.0113 | 72.11189 | 0.1007 |

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.4.4.3 – Teste de Heterocedasticidade (Portugal)

VEC Residual Heteroskedasticity Tests (Levels and Squares)
 Date: 09/11/18 Time: 23:55
 Sample: 2008M02 2015M12
 Included observations: 90

| Joint test: | | | | | |
|------------------------|-----------|----------|--------|------------|--------|
| Chi-sq | df | Prob. | | | |
| 1230.259 | 1218 | 0.3970 | | | |
| Individual components: | | | | | |
| Dependent | R-squared | F(58,31) | Prob. | Chi-sq(58) | Prob. |
| res1*res1 | 0.787145 | 1.976530 | 0.0210 | 70.84301 | 0.1200 |
| res2*res2 | 0.728663 | 1.435325 | 0.1385 | 65.57963 | 0.2307 |
| res3*res3 | 0.661848 | 1.046117 | 0.4561 | 59.56634 | 0.4184 |
| res4*res4 | 0.566682 | 0.698982 | 0.8813 | 51.00136 | 0.7308 |
| res5*res5 | 0.664321 | 1.057760 | 0.4424 | 59.78887 | 0.4105 |
| res6*res6 | 0.813229 | 2.327221 | 0.0062 | 73.19062 | 0.0863 |
| res2*res1 | 0.717555 | 1.357862 | 0.1792 | 64.57998 | 0.2576 |
| res3*res1 | 0.861302 | 3.319080 | 0.0003 | 77.51715 | 0.0444 |
| res3*res2 | 0.621243 | 0.876667 | 0.6738 | 55.91189 | 0.5533 |
| res4*res1 | 0.751714 | 1.618210 | 0.0740 | 67.65429 | 0.1809 |
| res4*res2 | 0.665331 | 1.062566 | 0.4367 | 59.87979 | 0.4073 |
| res4*res3 | 0.711290 | 1.316798 | 0.2048 | 64.01612 | 0.2737 |
| res5*res1 | 0.800351 | 2.142624 | 0.0118 | 72.03155 | 0.1018 |
| res5*res2 | 0.651406 | 0.998771 | 0.5143 | 58.62655 | 0.4523 |
| res5*res3 | 0.761804 | 1.709391 | 0.0538 | 68.56232 | 0.1616 |
| res5*res4 | 0.589329 | 0.767003 | 0.8106 | 53.03959 | 0.6598 |
| res6*res1 | 0.824709 | 2.514639 | 0.0033 | 74.22384 | 0.0741 |
| res6*res2 | 0.575265 | 0.723910 | 0.8571 | 51.77388 | 0.7046 |
| res6*res3 | 0.632779 | 0.920997 | 0.6152 | 56.95012 | 0.5144 |
| res6*res4 | 0.602899 | 0.811479 | 0.7575 | 54.26092 | 0.6151 |
| res6*res5 | 0.676061 | 1.115465 | 0.3778 | 60.84547 | 0.3738 |

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Anexo A.5 – Causalidade de Granger

Tabela A.5.1 – Teste de Causalidade de Granger (Espanha)

Pairwise Granger Causality Tests
Date: 09/11/18 Time: 23:13
Sample: 2008M02 2015M12
Lags: 4

| Null Hypothesis: | Obs | F-Statistic | Prob. |
|--|-----|--------------------|------------------|
| EER does not Granger Cause P P does not Granger Cause EER | 91 | 4.11267 0.13074 | 0.0044 0.9708 |
| EENR does not Granger Cause P P does not Granger Cause EENR | 91 | 0.49314 1.99830 | 0.7408 0.1024 |
| EEE does not Granger Cause P P does not Granger Cause EEE | 91 | 0.73844 1.60868 | 0.5684 0.1799 |
| IEE does not Granger Cause P P does not Granger Cause IEE | 91 | 1.85091 1.00654 | 0.1270 0.4090 |
| Q does not Granger Cause P P does not Granger Cause Q | 91 | 0.29059 1.31512 | 0.8833 0.2713 |
| EENR does not Granger Cause EER EER does not Granger Cause EENR | 91 | 2.10424 9.93666 | 0.0877 1.E-06 |
| EEE does not Granger Cause EER EER does not Granger Cause EEE | 91 | 1.30649 1.70051 | 0.2745 0.1578 |
| IEE does not Granger Cause EER EER does not Granger Cause IEE | 91 | 0.52705 3.01950 | 0.7161 0.0224 |
| Q does not Granger Cause EER EER does not Granger Cause Q | 91 | 0.38168 0.86183 | 0.8211 0.4905 |
| EEE does not Granger Cause EENR EENR does not Granger Cause EEE | 91 | 3.82796 1.14101 | 0.0067 0.3431 |
| IEE does not Granger Cause EENR EENR does not Granger Cause IEE | 91 | 1.01280 1.96375 | 0.4057 0.1077 |
| Q does not Granger Cause EENR EENR does not Granger Cause Q | 91 | 0.05150 1.74441 | 0.9949 0.1481 |
| IEE does not Granger Cause EEE EEE does not Granger Cause IEE | 91 | 2.10132 0.45573 | 0.0881 0.7679 |
| Q does not Granger Cause EEE EEE does not Granger Cause Q | 91 | 0.25700 0.45526 | 0.9046 0.7683 |
| Q does not Granger Cause IEE IEE does not Granger Cause Q | 91 | 0.90791 1.08552 | 0.4634 0.3692 |

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.5.2 – Teste de Causalidade de Granger (Portugal)

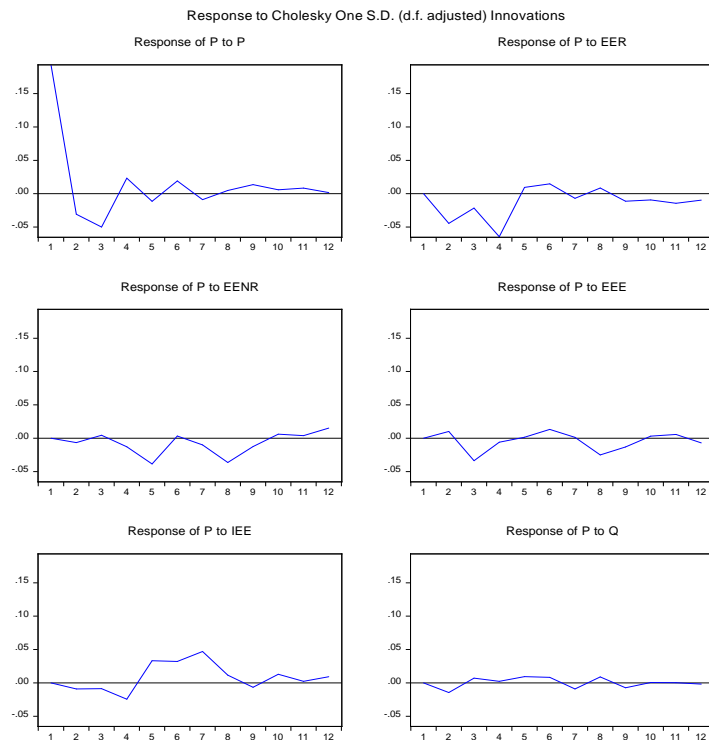
Pairwise Granger Causality Tests
Date: 09/11/18 Time: 23:56
Sample: 2008M02 2015M12
Lags: 4

| Null Hypothesis: | Obs | F-Statistic | Prob. |
|--|-----|--------------------|------------------|
| EER does not Granger Cause P P does not Granger Cause EER | 91 | 3.51484 1.30410 | 0.0107 0.2754 |
| EENR does not Granger Cause P P does not Granger Cause EENR | 91 | 0.58018 2.71653 | 0.6778 0.0353 |
| EEE does not Granger Cause P P does not Granger Cause EEE | 91 | 3.80827 3.69354 | 0.0069 0.0081 |
| IEE does not Granger Cause P P does not Granger Cause IEE | 91 | 2.38171 1.52105 | 0.0581 0.2037 |
| Q does not Granger Cause P P does not Granger Cause Q | 91 | 0.05472 0.32622 | 0.9943 0.8596 |
| EENR does not Granger Cause EER EER does not Granger Cause EENR | 91 | 3.18221 8.60745 | 0.0175 8.E-06 |
| EEE does not Granger Cause EER EER does not Granger Cause EEE | 91 | 0.75946 11.0234 | 0.5547 3.E-07 |
| IEE does not Granger Cause EER EER does not Granger Cause IEE | 91 | 0.77873 3.71486 | 0.5422 0.0079 |
| Q does not Granger Cause EER EER does not Granger Cause Q | 91 | 0.13297 0.69100 | 0.9698 0.6003 |
| EEE does not Granger Cause EENR EENR does not Granger Cause EEE | 91 | 6.75849 1.03344 | 9.E-05 0.3951 |
| IEE does not Granger Cause EENR EENR does not Granger Cause IEE | 91 | 1.95107 0.65736 | 0.1098 0.6234 |
| Q does not Granger Cause EENR EENR does not Granger Cause Q | 91 | 0.05150 1.74441 | 0.9949 0.1481 |
| IEE does not Granger Cause EEE EEE does not Granger Cause IEE | 91 | 2.39527 4.39479 | 0.0570 0.0029 |
| Q does not Granger Cause EEE EEE does not Granger Cause Q | 91 | 0.80866 0.54176 | 0.5232 0.7055 |
| Q does not Granger Cause IEE IEE does not Granger Cause Q | 91 | 0.31075 0.30700 | 0.8700 0.8725 |

Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

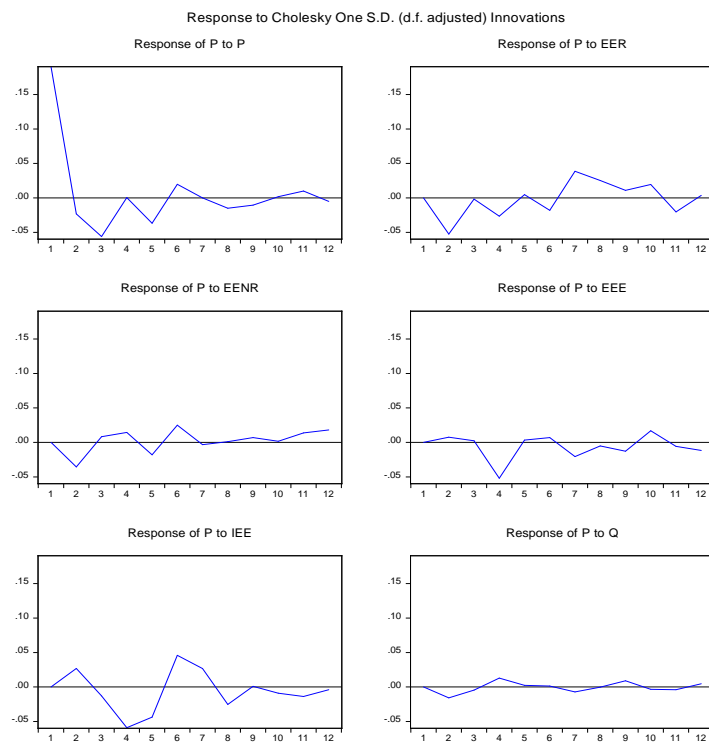
Anexo A.6 – Função impulso resposta

Tabela A.6.1 – Teste de Função Impulso Resposta à variável Preço (Espanha)



Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

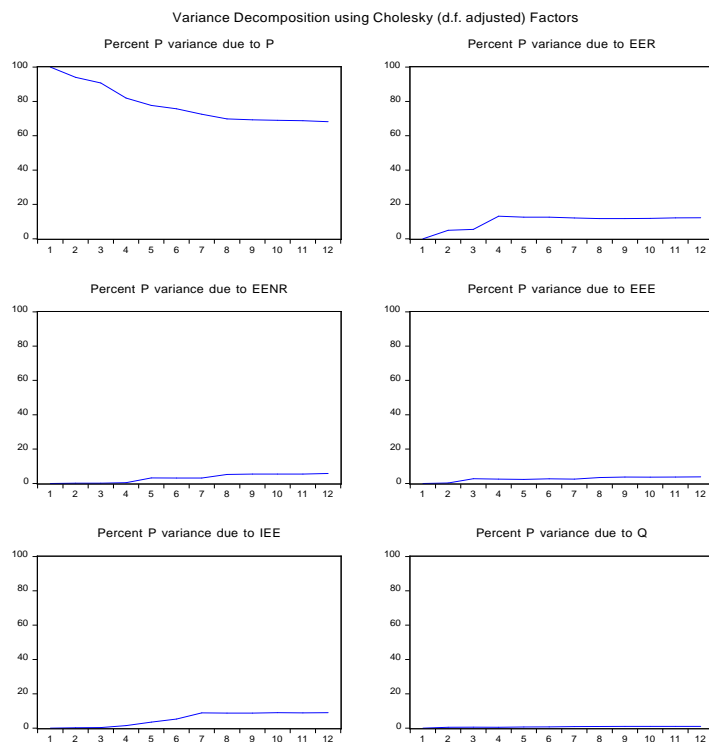
Tabela A.6.2 – Teste de Função Impulso Resposta à variável Preço (Portugal)



Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

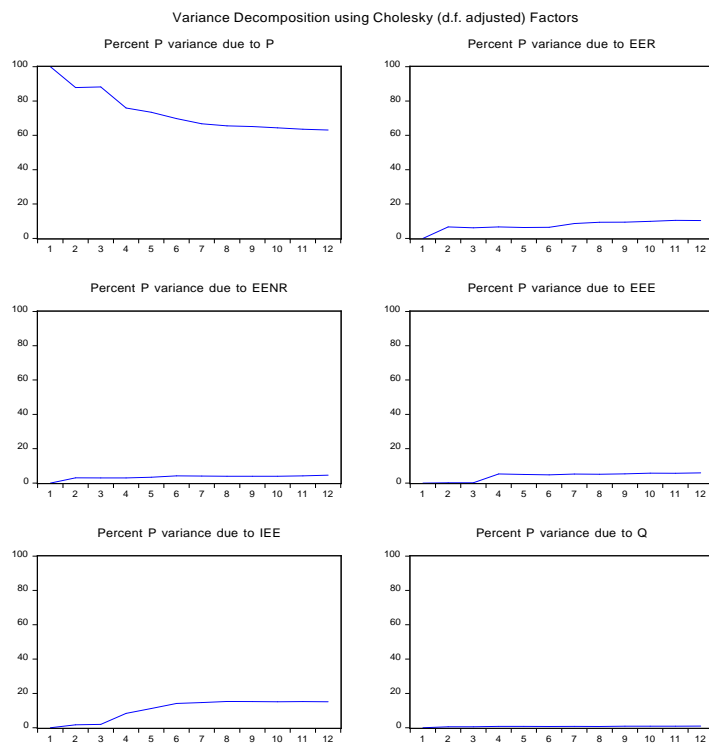
Anexo A.7 – Decomposição da variância

Tabela A.7.1 – Resultado obtido pelo Eviews do teste de Decomposição da variância da variável Preço (Espanha)



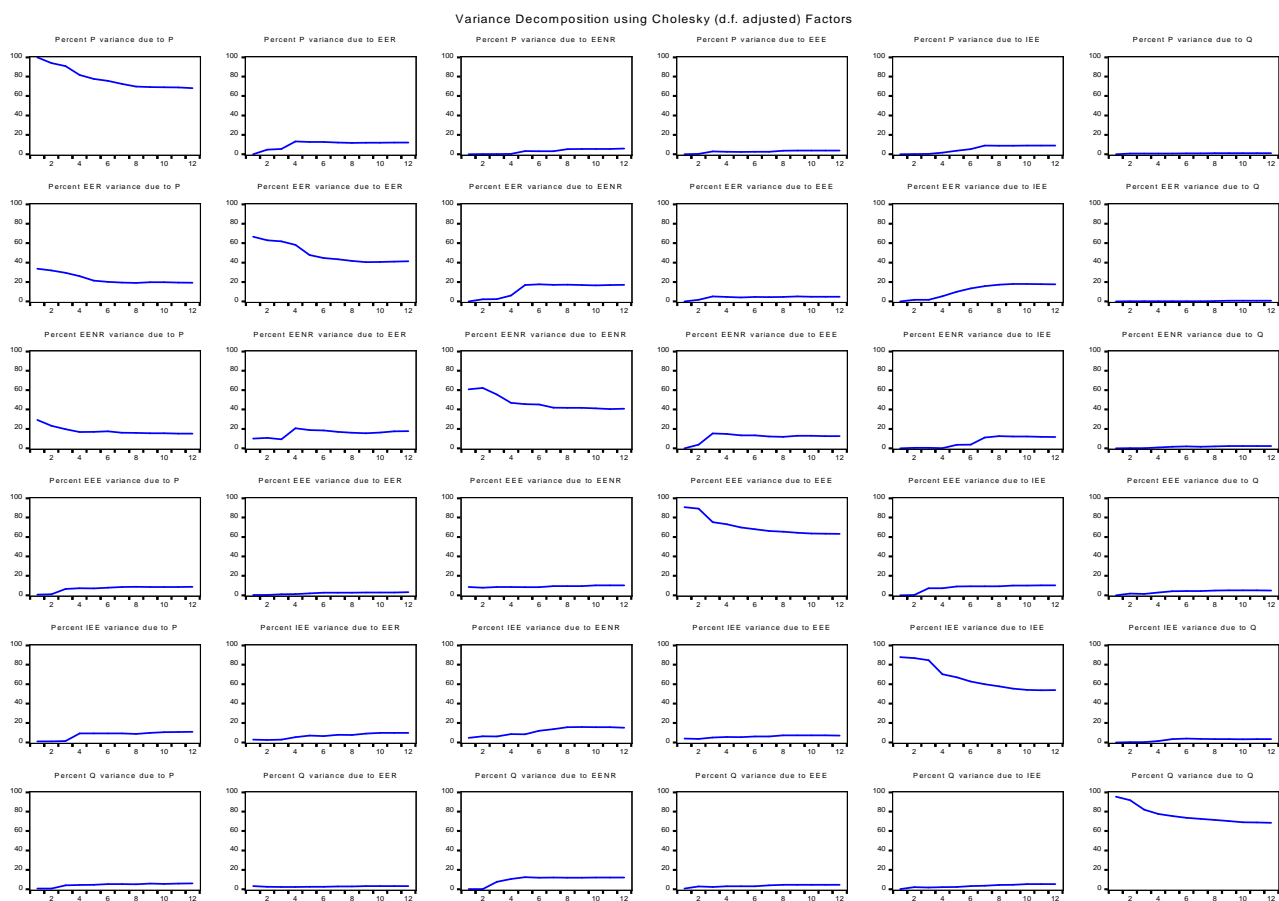
Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.7.2 – Teste de Decomposição da variância da variável Preço (Portugal)



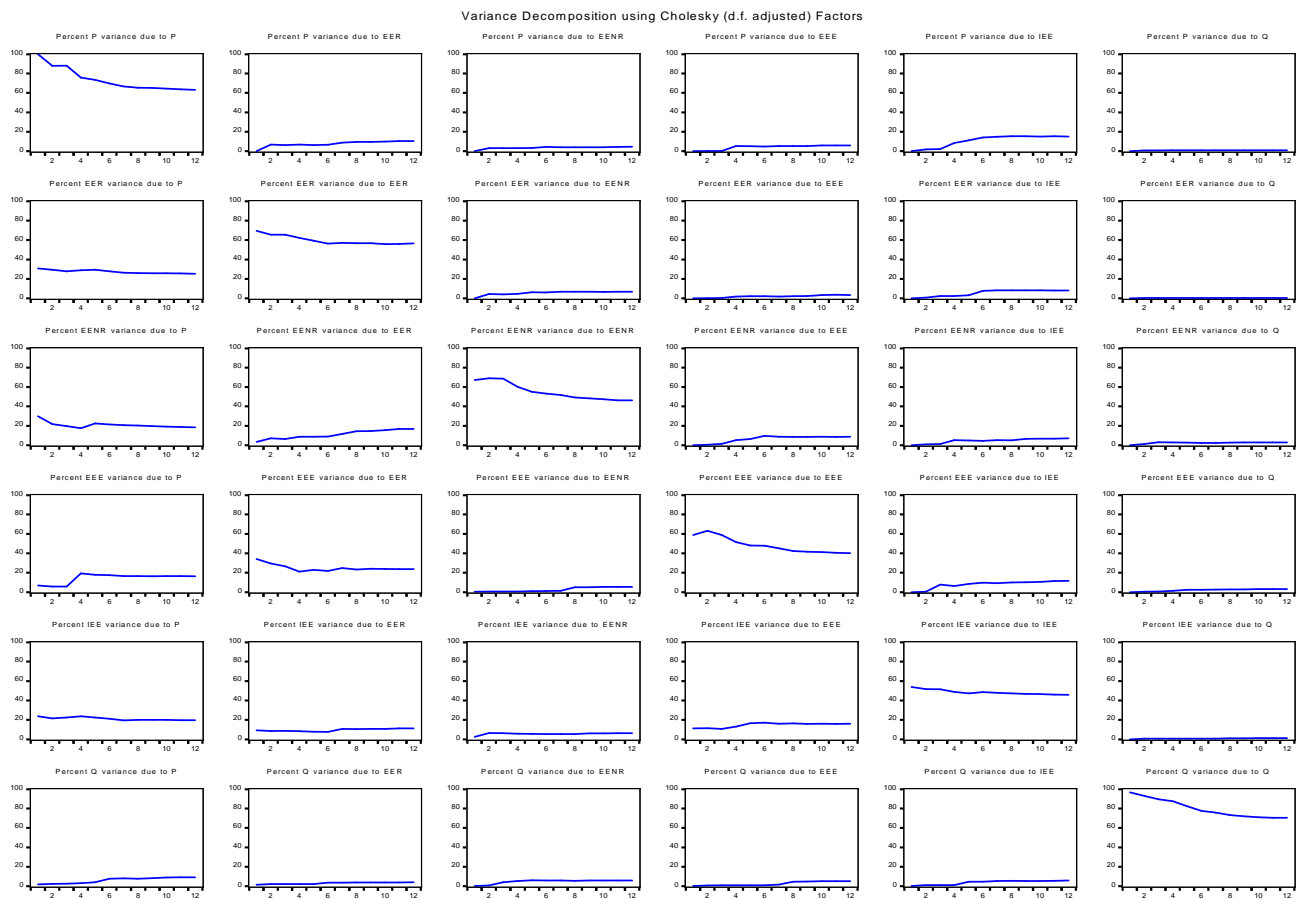
Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.7.3 – Teste de Decomposição da variância da variável (Espanha)



Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)

Tabela A.7.4 – Teste de Decomposição da variância da variável (Portugal)



Fonte: Elaboração própria (obtida a partir do *Eviews*)