



Energias Renováveis na Península Ibérica: Impacto no Crescimento Económico, Preços de Mercado Eléctrico e Emissões de CO₂

ANA ISABEL BARROS DO COUTO

novembro de 2018

Energias Renováveis na Península Ibérica:
Impacto no Crescimento Económico, Preços de
Mercado Elétrico e Emissões de CO₂

Ana Isabel Barros do Couto

Dissertação submetida para a obtenção do grau de
Mestre em Energias Sustentáveis

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

novembro de 2018

Relatório da Unidade Curricular de Dissertação do 2º ano do
Mestrado em Energias Sustentáveis

Candidato: Ana Isabel Barros do Couto, N° 1161779, 1161779@isep.ipp.pt

Orientação Científica: Tiago Branco Andrade, tba@isep.ipp.pt

Mestrado em Energias Sustentáveis
Departamento de Engenharia Mecânica



novembro de 2018

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço ao Professor Doutor Tiago Branco Andrade pelo empenho, interesse e tempo despendido, estando sempre disponível para me ajudar e tirar dúvidas de uma forma extraordinária, na orientação desta dissertação.

Aos meus colegas e amigos, tanto da licenciatura como de mestrado de Energias Sustentáveis pela amizade e encorajamentos que me foram dando. Aos meus professores de mestrado, em especial à Professora Nídia Caetano pela sua disponibilidade para ajudar.

Acima de tudo agradeço aos meus pais, irmão e namorado pelo amor, paciência e apoio que me deram, não só neste trabalho como ao longo de todo o meu percurso académico.

Resumo

Nos últimos anos, as fontes de energia renováveis aumentaram a sua participação no mix energético da maioria dos países da Europa e do mundo, devido essencialmente a preocupações ambientais. Os benefícios do seu uso para o crescimento económico e o meio ambiente são muito discutidos na literatura, sendo necessário examinar integralmente os seus efeitos. Desta forma, este trabalho examina o impacto desta nova aposta na Península Ibérica, nomeadamente em termos de crescimento económico, preços de mercado de energia elétrica e as nas emissões de CO₂. A análise foi construída sobre diferentes técnicas de estimação de dados em painel, nomeadamente o método pooled OLS e o método de dados em painel com efeitos fixos, usando um conjunto de dados que abrange um período de tempo de 2007 a 2017. Os resultados mostram que há diferentes impactos nos diversos fatores. Na Península Ibérica e nos anos em estudo, verifica-se que o aumento na produção de energia por fontes renováveis teve um impacto negativo sobre o PIB, sobre o preço de mercado de energia elétrica e as emissões de CO₂.

Palavras-Chave

Energias Renováveis, Península Ibérica, Crescimento Económico, Emissões de CO₂ e Preços de Mercado de Energia Elétrica.

Abstract

In the last years, the renewable energies increased its participation in the energetic mix in most of European countries and even worldwide, due to essentially environmental awareness. The benefits of its use to the economic growth and environment are frequently discussed in literature, being necessary to fully exam its effects. In this way, this study looks to examine the impact of renewable energy in Iberian Peninsula, namely in terms of economic growth, market prices of electric energy and CO₂ emissions. The study analysis was made by employing different panel data techniques, specifically pooled OLS method and fixed panel method, using an amount of data collected between 2007 and 2017. The results show us that there are different impacts from multiple factors. In the Iberian Peninsula, between the years of study, we can see that the increase of production by renewable sources had negative impact on PIB, market prices of electric energy and CO₂ emissions.

Keywords

Renewable energy, Iberian Peninsula, Economic growth, CO₂ emissions, Market prices of electric energy.

Abreviaturas

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

APREN – Associação Portuguesa de Energias Renováveis

CELE – Comércio Europeu de Licenças de Emissão

DGEG – Direção-Geral de Energia e Geologia

EUA – Estados Unidos da América

GEE – Gases com Efeito de Estufa

MIBEL – Mercado Ibérico de Energia Elétrica

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

OLS - Ordinary Least Squares - Método dos Mínimos Quadrados

OMIE - Operador de Mercado Ibérico de Energia (pólo espanhol)

OMIP - Operador do Mercado Ibérico (pólo português)

PIB – Produto Interno Bruto

PNALE - Planos Nacionais de Atribuição de Licenças de Emissão

REE – Rede Elétrica de Espanha

REN – Rede Elétrica Nacional

UE – União Europeia

UK – United Kingdom

Índice

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	ix
Abreviaturas	xi
1. Introdução	1
2. Importância das Energias Renováveis	3
2.1. Paradigma Energético e Exigências Europeias	4
2.2. Estado da arte	7
3. Parque Eletroprodutor Português e Espanhol	11
3.1. Energias Renováveis na Península Ibérica.....	13
3.2. Mercados	17
3.2.1. Mercado Ibérico de Energia Elétrica.....	17
3.2.2. Mercado Diário	18
3.2.3. Comércio de Licenças de CO ₂	20
4. Dados e Métodos	23
4.1. Dados.....	23
4.1.1. Variáveis dependentes.....	25
4.1.2. Variáveis independentes.....	27
4.2. Método	30
4.2.1. Modelo Agregado Pooled.....	30
4.2.2. Modelo com Efeitos Fixos	32
5. Resultados	33
5.1. Efeito no PIB	33
5.2. Efeito no Preço de Mercado Elétrico	36
5.3. Efeito nas Emissões de CO ₂	38

6. Conclusões.....	41
7. Referências e Anexos	45
7.1. Referências Documentais.....	45
7.2. Anexos	49

Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução da produção de eletricidade em Portugal [APREN].....	12
Figura 2 - Evolução da produção de eletricidade em Espanha [REE]	13
Figura 3 - Incorporação das energias renováveis na produção de energia elétrica na União Europeia [DGEG].....	14
Figura 4 - Percentagem renovável e não renovável em 2017 para Portugal [APREN]	15
Figura 5 – Percentagem de Geração de Eletricidade Renovável em Portugal no ano de 2017 ...	15
Figura 6 – Evolução da geração elétrica renovável e não renovável em Espanha [REE].....	16
Figura 7 – Percentagem de geração de eletricidade renovável em Espanha em 2017 [OMIE] ...	16
Figura 8 - Curvas agregadas de venda e compra de energia elétrica no OMIE para a hora 21 do dia 17 de Outubro de 2018 [OMIE].....	20
Figura 9 - Preços de Licenças de CO ₂ [REN]	21
Figura 10 - Produto Interno Bruto de Portugal e Espanha [World Bank].....	25
Figura 11 - Emissões de CO ₂ para Portugal e Espanha [REN e REE].....	26
Figura 12 - Preços de Mercado de Energia Elétrica para Portugal e Espanha [REN e OMIE] ...	27
Figura 13 - Produção de energia elétrica por central renovável.....	28
Figura 14 - Produção de energia elétrica por central não renovável.....	28
Figura 15 - Capacidade Instalada por Central Renovável.....	29
Figura 16 - Capacidade Instalada por Central não Renovável.....	29

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Anexo I do Protocolo de Quioto [APA].....	5
Tabela 2 - Quota das energias renováveis no consumo interno bruto de energia, 2016 [Adaptado Eurostat]	6
Tabela 3 - Estatística Descritiva	24
Tabela 4 - Efeito no PIB para Portugal e Espanha e Península Ibérica.....	35
Tabela 5 - Efeito no Preço de Mercado Elétrico para Portugal, Espanha e Península Ibérica	37
Tabela 6 - Efeito nas emissões de CO ₂ para Portugal, Espanha e Península Ibérica	39

1. Introdução

A revolução industrial deu início à grande era de utilização dos combustíveis fósseis, tendo sido acompanhada por uma explosão demográfica, este elevado crescimento levou ao aumento das necessidades energéticas.

Atualmente o Mundo está inteiramente dependente de energia. Esta, nas suas diferentes formas, é fundamental para as atividades humanas, consistindo num fator crítico para o crescimento económico-social da sociedade. É expectável que a procura de energia aumente a um nível vertiginoso, à medida que os países expandem as suas atividades e a população aumenta (Rocha, 2013).

O potencial energético dos recursos fósseis revolucionou o sistema energético mundial, contudo com o aumento da escassez e volatilidade destes recursos, e face ao crescimento da procura é imprescindível a consideração de outros recursos energéticos, como as fontes de energia renovável .

O peso das energias renováveis no mix energético mundial tem progredido rapidamente nos últimos anos, face à crescente preocupação com a sustentabilidade, segurança energética e conservação do meio ambiente (Grijó, 2014).

Em resposta aos presentes desafios, os mercados de eletricidade europeus mudaram substancialmente nos últimos anos, em parte como resultado de políticas de incentivos que

promovem a sustentabilidade na geração de energia, de modo a reprimir o escalar das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) (Mulder e Scholtens, 2013).

Face a estas políticas de favorecimento de energias renováveis, o perfil de produção de energia a nível mundial mudou significativamente, e a Península Ibérica não é exceção. O aumento contínuo na utilização de fontes de energia renováveis no consumo final de energia faz parte da estratégia energética dos governos de Portugal e Espanha.

Como tal, com este trabalho pretende-se avaliar os benefícios reais e o impacto desta nova aposta na Península Ibérica, nomeadamente em termos de crescimento económico, preços de mercado de energia elétrica e as emissões de CO₂. O período em análise vai de 2007 a 2017.

O documento está estruturado em seis capítulos. Os primeiros capítulos são dedicados à análise do tema do trabalho, de modo a contextualizar o problema, através da revisão da literatura. Sendo analisados os seguintes aspetos: importância das energias renováveis, as exigências europeias em matéria de energias e uma análise da literatura, onde são revistos alguns dos principais artigos que se debruçam na análise de problemas semelhantes ao caso de estudo.

O terceiro capítulo é dedicado à apresentação do parque eletroprodutor Ibérico, do MIBEL e do comércio de licenças de CO₂. No quarto capítulo começamos por descrever o modelo de investigação, assim como os pressupostos assumidos e as variáveis escolhidas, sendo posteriormente apresentados os resultados empíricos obtidos no capítulo cinco.

Por fim, apresentam-se as conclusões e algumas sugestões para investigações futuras no capítulo seis.

2. Importância das Energias Renováveis

A energia é um fator determinante, e limitante, no progresso de uma sociedade, sendo crucial a forma como a produzimos, distribuimos e consumimos.

Neste contexto, impera a necessidade de uma mudança no panorama energético que impulse a utilização de fontes de energia renováveis, tendo como principais forças motrizes as crescentes preocupações com o aquecimento global, a segurança energética e a volatilidade dos preços do petróleo.

A União Europeia tem vindo, ao longo dos anos, a promover o desenvolvimento de fontes de energia renovável no mix energético. As fontes renováveis de energia são os recursos naturais, capazes de se regenerarem num curto espaço de tempo e de um modo sustentável, tomando como exemplo o calor da Terra (geotermia), biomassa, o vento, o sol, a água e o movimento das ondas e marés (APREN, 2018).

As energias renováveis não são uma utopia para o futuro, são no entanto uma realidade bem consolidada no presente, estando já a serem aplicadas em larga escala, desempenhando um importante papel na geração de eletricidade de muitos países.

No entanto, a integração de fontes de energia renovável, por ser intermitente, variável e

altamente imprevisível, representa um enorme desafio para a operação do sistema devido à natureza especial associada ao seu controle e geração.

A Península Ibérica está na dianteira no que toca à aposta nas energias renováveis , tendo alcançado resultados bastante positivos (DGEG, 2018). Contudo, apesar das inúmeras vantagens associadas ao uso de energias renováveis é determinante a avaliação dos impactos reais que esta nova aposta tem para um país.

2.1. Paradigma Energético e Exigências Europeias

Num contexto mundial marcado pelo aumento dos preços do petróleo e pelas políticas de combate às alterações climáticas, assiste-se a uma mudança do paradigma energético que proporcionará a transição dos combustíveis fósseis para a utilização intensiva de energias renováveis. Esta transição será realizada com as devidas adaptações, sendo adotadas as políticas necessárias para a diminuição da dependência energética (Grijó, 2014).

Ao longo dos anos têm sido delineados vários objetivos por cada um dos países ou organizações internacionais com o intuito de uma maior integração de fontes de energia renováveis no mix energético.

A Europa esteve sempre na vanguarda dos esforços para a redução das emissões de GEE. Acordado em 1997 o Protocolo de Quioto foi o primeiro acordo internacional que impôs reduções nas emissões de GEE a cada um dos países signatários. Este protocolo entrou em vigor em 2005 tendo como principal objetivo reduzir, em média, 5% das emissões face ao ano base de 1990, contudo esta redução agregada é no entanto traduzida em reduções individuais para cada um dos países do Anexo I. Reduções essas que vão desde -8% até 10%, face a 1990.

Tabela 1 - Anexo I do Protocolo de Quioto [APA]

<p style="text-align: center;">Partes do Anexo I do Protocolo de Quioto</p>	<p style="text-align: center;">Metas de redução/limitação (% de redução em relação ao ano- base)</p>
<i>União Europeia e Estados-membros (à altura da assinatura do Protocolo: EU-15), Bulgária, República Checa, Lituânia, Letónia, Mónaco, Roménia, Eslováquia, Eslovénia, Suíça</i>	-8%
Estados Unidos	-7%
Japão, Canadá, Hungria, Polónia	-6%
Croácia	-5%
<i>Nova Zelândia, Rússia, Ucrânia</i>	0
<i>Noruega</i>	+1%
<i>Austrália</i>	8%
<i>Islândia</i>	10%

Neste contexto, surgiu um pacote de medidas no domínio da energia e do clima com um horizonte de atuação até 2020, sendo o seu alargamento, com a definição de objetivos estratégicos até 2030. Esta foi uma das medidas mais evidentes do compromisso europeu para uma economia mais sustentável e com baixo teor de carbono.

A proteção e promoção do meio ambiente assumem atualmente uma influência fulcral no delinear de qualquer política energética, uma vez que, o ambiente revelou ser a chave indispensável do binómio bem estar/qualidade de vida das populações (Rocha, 2013).

Desta forma, os Estados-Membros da UE têm vindo cada vez mais a apostar nas energias renováveis com o objetivo de contribuir para a luta global contra as alterações climáticas e simultaneamente reduzir a dependência energética do exterior, surgindo em janeiro de 2007 o Pacote Energia-Clima. Este apresenta um conjunto de medidas para o ambiente e energia conhecidas por metas 20-20-20, sendo estas:

- Reduzir as emissões de gases com efeito de estufa em 20%, face aos níveis de 1990;
- Meta de 20% de quota global de energia proveniente de fontes de energia renováveis no consumo final bruto de energia;
- Meta de melhoria de 20% na eficiência energética.

Foram definidos objetivos individuais para cada Estado-Membro de modo a atingir uma

quota média de 20% para o peso das energias renováveis a nível comunitário, estando ilustrado na tabela seguinte os valores de referência para os 28 Estados-Membros da UE (UE28).

Tabela 2 - Quota das energias renováveis no consumo interno bruto de energia, 2016

[Adaptado Eurostat]

País	2016 (%)	2020 meta (%)
Alemanha	14.8	18
Áustria	33.5	34
Bélgica	8.7	13
Bulgária	18.8	16
Chipre	9.3	13
Croácia	28.3	20
Dinamarca	32.2	30
Eslováquia	12	14
Eslovénia	21.3	25
→ Espanha	17.3	20
Estónia	28.3	25
EU	17	20
Finlândia	38.7	38
França	16	23
Grécia	15.2	18
Holanda	6	14
Hungria	14.2	13
Irlanda	9.5	16
Itália	17.4	17
Letónia	37.2	40
Lituânia	25.6	23
Luxemburgo	5.4	11
Malta	6	10
Noruega	69.4	68
Polónia	11.3	15
→ Portugal	28.5	31
Reino Unido	9.3	15
República Checa	14.9	13
Roménia	25	24
Suécia	53.8	49

Para a península ibérica a meta para 2020 é de 31% para Portugal, sendo o sexto valor mais elevado entre todos os países da UE, e de 20% para Espanha. Países como a Áustria, Letónia, Finlândia, Suécia e Noruega têm as metas mais ambiciosas, todas a partir dos 34%.

Como podemos constatar pela análise da tabela 2, grande parte dos estados-membros (17) estão em linha com os objetivos traçados para 2020, tendo já sido superadas as metas estabelecidas em alguns países no ano 2016 (12).

No início de 2014 os chefes de Estado e de Governo reunidos no Conselho Europeu aprovaram o alargamento do horizonte temporal da estratégia até 2030, que estabelece várias metas, entre elas:

- Reduzir as emissões de gases com efeito de estufa em pelo menos 40%, face aos níveis de 1990;
- Meta de pelo menos 27%, para o uso de energias renováveis;
- Meta indicativa de redução do consumo de energia de pelo menos 27%, através do aumento da eficiência energética.

Desta forma, é unanimemente aceite a hipótese de que as energias renováveis são as energias do futuro, tendo efeitos benéficos na segurança do abastecimento energético, contribuindo para a diminuição da dependência das importações de combustíveis fósseis. Assim sendo, as múltiplas políticas de carácter internacional e nacional que direcionam os recursos e estratégias para o desenvolvimento e implementação de energias renováveis devem ser vistas como o futuro, sendo constantemente melhoradas e reforçadas.

2.2. Estado da arte

Ao longo dos anos são vários os autores que avaliam o possível impacto das energias renováveis no mix energético a nível global, mostrando desta forma a importância destas, em relação às condições económicas dos países.

Os artigos existentes estudam o problema sob diferentes perspetivas, através de uma análise do impacto das energias renováveis, para um conjunto de países, no crescimento económico ou outras variáveis ligadas ao bem-estar social e ambiental, como a criação de emprego e emissões de CO₂, ou a análise do impacto de uma fonte de energia renovável ou país em específico, nas variáveis referidas.

O difícil equilíbrio entre o consumo de energia, o crescimento económico e as emissões intrigou inúmeros autores a nível internacional, contudo vários estudos permanecem inconclusivos e dependentes do período de tempo examinado, do grupo de países e modelos

utilizados.

Sadorsky (2009) concluiu que existe uma relação positiva entre o rendimento per capita e o consumo de energia renovável per capita. Este resultado é confirmado por Aspergis e Payne (2010), que examinou a mesma relação para um conjunto de 20 países da OCDE em contexto de dados em painel, entre 1985 e 2005.

Menegaki (2011) examinou a relação causal entre as energias renováveis e o crescimento económico para 27 países europeus, no período de 1997 e 2007, incluindo como variáveis independentes o consumo final de energia, emissões de gases com efeito de estufa e o emprego. Os resultados não confirmam a relação causal entre o consumo de energia renovável e o PIB, contudo revelam uma relação de curto prazo entre a energia renovável e as emissões de gases com efeito de estufa e o emprego. Sugerindo como possível explicação a exploração desigual e o insuficiente número de fontes de energia renovável.

Tugcu et al (2012) analisou a mesma questão para os países do G7, nomeadamente a Alemanha, Canada, EUA, Itália, Japão, França e UK, entre 1980 e 2009, concluindo que o consumo de energia renovável é importante para o crescimento económico.

Silva et al (2012) avaliou o impacto que aumento crescente das fontes de energia renovável na geração de eletricidade têm sobre o PIB e as emissões de CO₂, numa amostra composta por Dinamarca, EUA e a Península Ibérica, entre 1996 e 2004. Verificando que, à exceção dos EUA, o aumento da participação das fontes de energia renovável na geração de eletricidade possui uma visível redução das emissões de CO₂. Contudo o seu aumento acarreta penalizações no crescimento económico.

O artigo de Mulder e Scholtens (2013) avalia o impacto das energias renováveis no preço médio diário no mercado de eletricidade holandês no período de 2006 e 2011. Chegando à conclusão que o preço de eletricidade holandesa continua em grande parte relacionado aos custos marginais das centrais convencionais a gás, apesar de as fontes renováveis de energia terem uma participação crescente no mix energético deste país, o seu impacto no preço de eletricidade no mercado é pouco significativo.

Por outro lado, mais recentemente Paraschiv et al (2014) analisou o impacto das energias renováveis, nomeadamente a fotovoltaica e a eólica, na formação do preço do dia seguinte

no EEX¹. Concluindo que as energias renováveis reduzem os preços spot de energia e têm implicações no mix energético, contudo os preços para os consumidores finais aumentaram em geral, uma vez que, estes têm que pagar adicionalmente as tarifas feed-in para a promoção de energia renovável.

O artigo de Inglesi-Lotz (2016) avaliou o impacto do consumo de energias renováveis no crescimento económico de 35 países da OCDE, entre 1990 e 2010, utilizando o método de dados em painel. Os resultados demonstraram que a influência no consumo ou a participação das fontes de energia renovável no mix energético total é positiva e estatisticamente significativa. Do ponto de vista político, a promoção de energias renováveis acarreta benefícios para o meio ambiente e para as condições económicas dos países.

Os benefícios do crescente uso de fontes de energia renováveis para o bem-estar económico dos países e o meio ambiente são muito discutidas na literatura, o que torna o tema do presente trabalho pertinente.

¹ European Energy Exchange AG, bolsa de energia Alemã, é a principal bolsa energética da Europa Central.

3. Parque Eletroprodutor Português e Espanhol

- Portugal

A descarbonização da economia e a diminuição da dependência energética, sucedida em Portugal, ocorreu como consequência das alterações do setor elétrico e do aumento da geração elétrica renovável.

O parque eletroprodutor português sofreu uma mudança de paradigma no que se refere à origem das principais fontes de abastecimento nas últimas duas décadas. Verificando-se um aumento gradual da potência renovável instalada, com a entrada em operação de várias centrais eólicas, por outro lado a potência fóssil tem vindo a reduzir, como demonstrado no gráfico da figura 1.

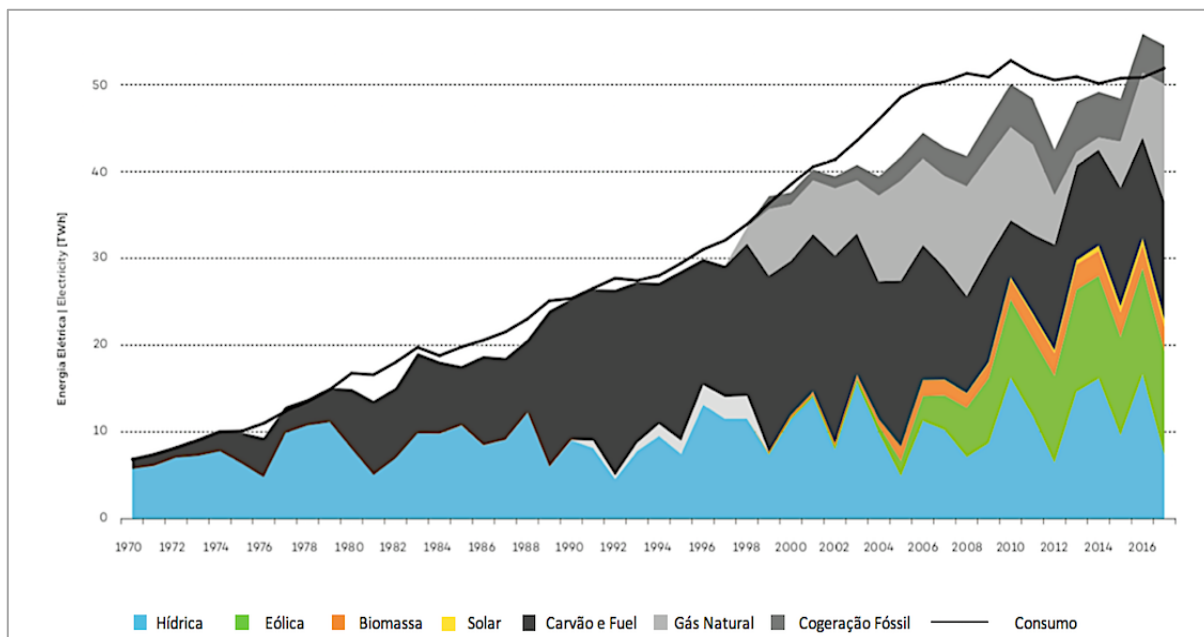


Figura 1 - Evolução da produção de eletricidade em Portugal [APREN]

- Espanha

A crescente penetração das fontes renováveis no mix energético de Espanha alterou nos últimos anos o seu parque electroprodutor, como é possível observar pela figura 2.

A contribuição da energia renovável para a geração de eletricidade tem aumentado ao longo dos últimos anos, todavia, esta foi a mais baixa dos últimos cinco anos, com uma percentagem de 33,7% em 2017. Esta diminuição é possivelmente uma consequência direta do impacto da baixa precipitação na produção de energia hidroelétrica no ano de 2017, sendo de realçar a importância e a necessidade de um mix de energético diversificado para, nos anos mais secos, se conseguir manter o setor com níveis equiparáveis de descarbonização.

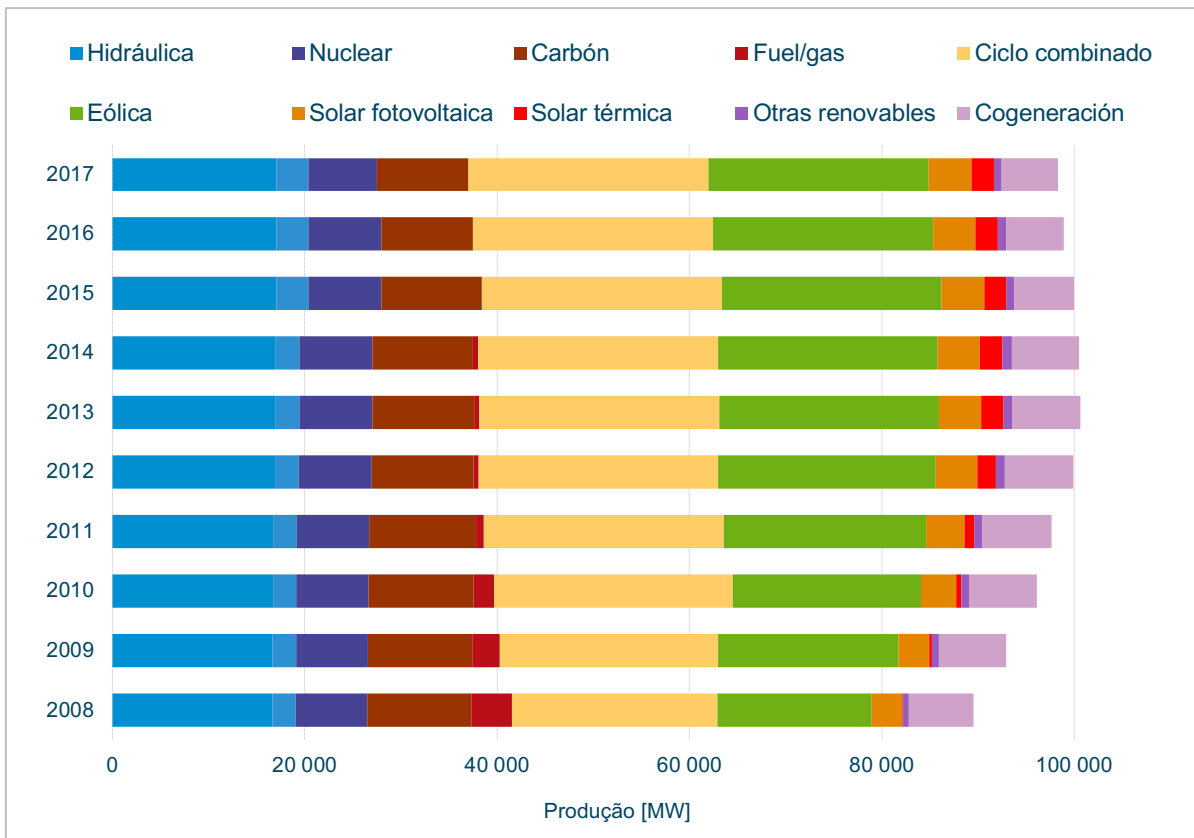


Figura 2 - Evolução da produção de eletricidade em Espanha [REE]

3.1. Energias Renováveis na Península Ibérica

O consumo de energia proveniente de fontes renováveis tem aumentado em toda a União Europeia, e a Península Ibérica não é exceção, sendo inclusivamente o terceiro e sexto país, em 2016, com maior incorporação de energias renováveis na produção de energia elétrica, como demonstrado na figura 3. Esta posição deve-se essencialmente ao forte contributo das fontes hídrica e eólica.

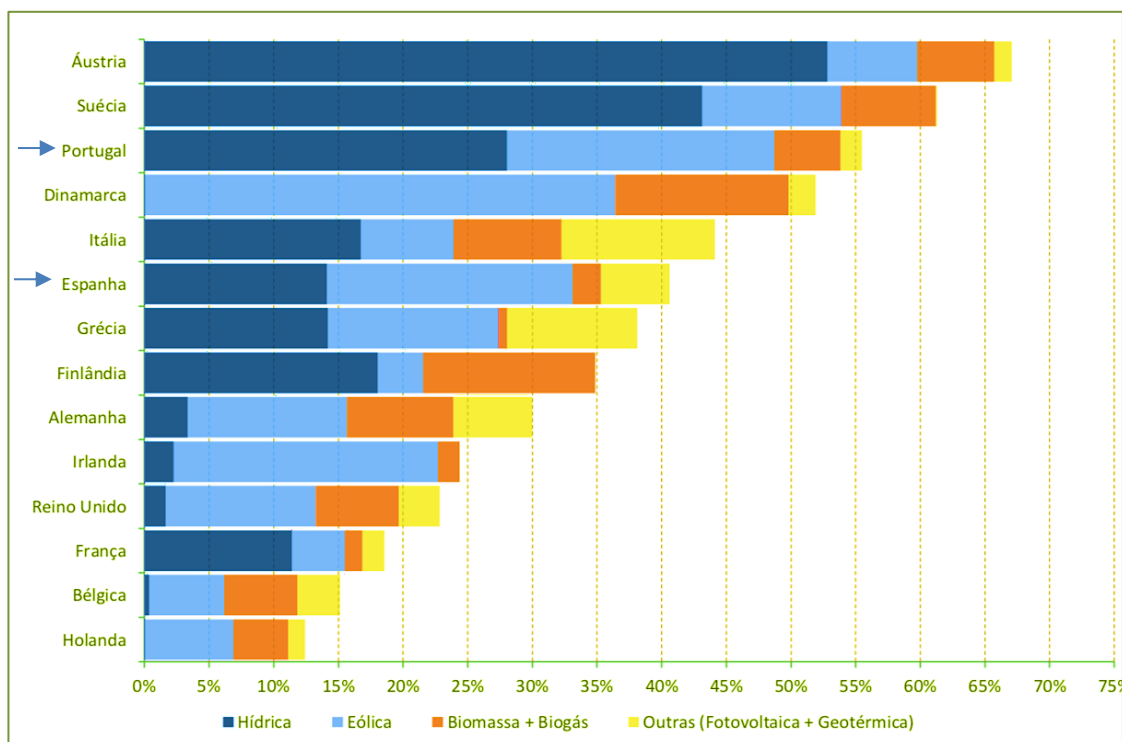


Figura 3 - Incorporação das energias renováveis na produção de energia elétrica na União Europeia [DGEG]

Portugal apresenta um enorme potencial no que respeita as fontes de energia renováveis, ostenta uma rede hidrográfica relativamente densa, uma elevada exposição solar média anual, e dispõe de uma vasta frente marítima que beneficia dos ventos atlânticos (Mestre, 2015).

O Governo Português está consciente desta potencialidade, e desde 2013 tem em vigor vários planos, nomeadamente o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis e o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética, que estabelecem metas para integração e promoção de energias renováveis até 2020, de acordo com a Diretiva Europeia 2009/28/CE. Estes planos definem uma estratégia para se atingir uma penetração de 31% de fontes de energias renováveis no setor energético.

Em 2017 o peso de eletricidade renovável em Portugal atingiu o valor de 42% face ao total da produção nacional de eletricidade, como se verifica na figura 4.

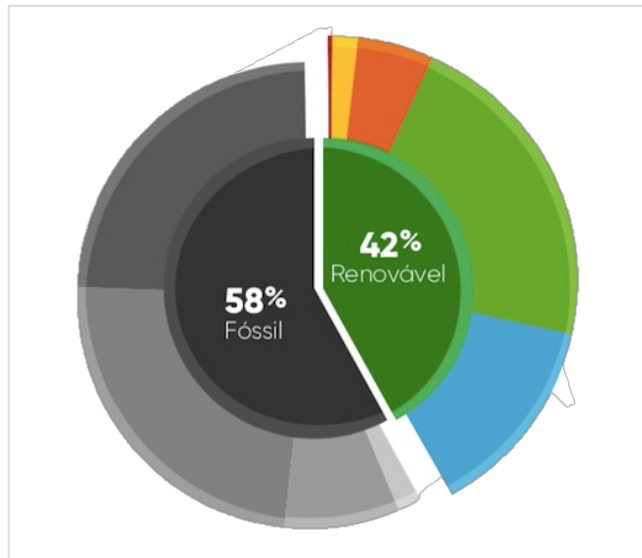


Figura 4 - Percentagem renovável e não renovável em 2017 para Portugal [APREN]

Destes 42% de energias renováveis, mais de metade é proveniente de centrais eólicas, 52%, 32% de centrais hídricas, 12% de biomassa, 3% de centrais fotovoltaicas e 1% de fontes geotérmicas, como se verifica na figura 5.

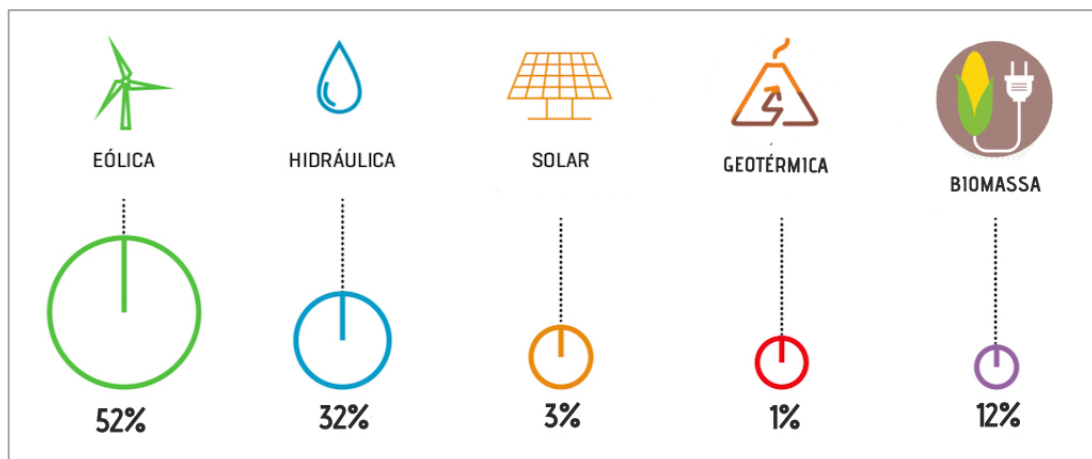


Figura 5 – Percentagem de Geração de Eletricidade Renovável em Portugal no ano de 2017

Tal como acontece em Portugal, também em Espanha, se denota uma tendência para a diminuição da dependência das energias fósseis em detrimento das energias renováveis, como se averigua na figura 6.

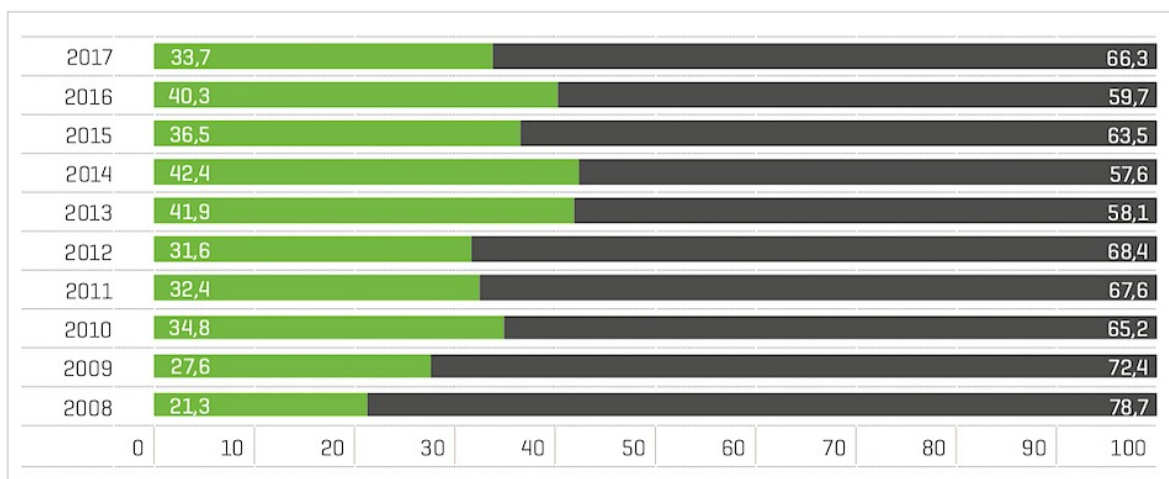


Figura 6 – Evolução da geração elétrica renovável e não renovável em Espanha [REE]

A contribuição de fontes de energia renovável para a geração de eletricidade em 2017 é cerca de 33,7%, sendo a grande maioria proveniente de centrais eólicas, com uma percentagem de 56,9%, como é possível verificar na figura 7.

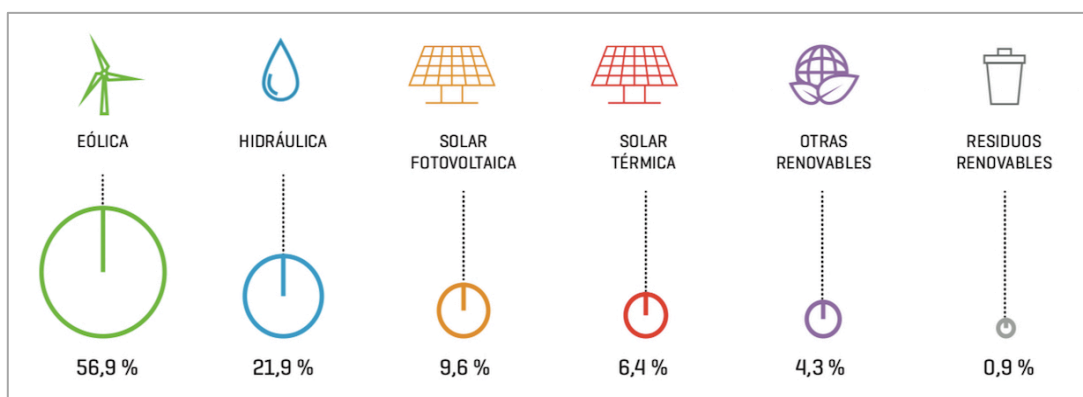


Figura 7 – Percentagem de geração de eletricidade renovável em Espanha em 2017 [OMIE]

A diretiva 2009/28/CE fixa o objetivo para 2020 de um consumo final bruto de energia proveniente de fontes de energia renovável de 20% no caso da Espanha. De acordo com os dados de 2016, esta foi de cerca de 17,3% (REE, 2018). O setor das energias renováveis esteve praticamente paralisado durante o ano de 2016, tendo sido questionável o cumprimento dos objetivos, contudo no ano de 2017 a esperança no setor foi recuperada, consequência dos investimentos realizados.

É inegável o crescente aumento das fontes de energia renovável no mix energético ibérico e mundial, tornando-se cada vez mais importante estudar os seus impactos.

3.2. Mercados

Constou-se que os impactos no uso de energias renováveis para o crescimento económico e o meio ambiente, através de variáveis como o PIB, preço de mercado elétrico e emissões de CO₂ são muito debatidos na literatura. Neste capítulo procurar-se-á explorar um pouco mais estas variáveis, sendo feita uma breve caracterização do preço de mercado ibérico de energia elétrica e o comércio de licenças de CO₂.

3.2.1. Mercado Ibérico de Energia Elétrica

O Mercado Ibérico da Energia Elétrica – MIBEL, foi uma das mais relevantes iniciativas regionais europeias na criação de um mercado de eletricidade, estado 100% operacional desde 2007 (Pinto, 2018). Resulta de um processo de cooperação desenvolvido pelos governos de Portugal e de Espanha com intuito de promoverem a integração dos sistemas elétricos dos dois países. Os resultados que daí sucederam consistiram num contributo considerável não só para a concretização do mercado de energia elétrica a nível Ibérico, mas também, à escala europeia, como um passo significativo para a construção do mercado interno de energia (MIBEL, 2018).

O MIBEL é regido por dois pólos, o OMEL, o *Operador del Mercado Ibérico de Energía*, e o OMIP, Operador do Mercado Ibérico.

O OMIP consiste na entidade responsável pela organização do pólo português, é a sua bolsa de derivados, neste são transacionados vários tipos de contratos como Futuros, *Swaps e Forwards*. Os contratos Futuros admitem liquidação financeira ou física, enquanto os

contratos *Forwards* têm natureza física e os contratos *Swaps* são de natureza financeira . O OMIE, pólo espanhol, assume a gestão dos mercados Diário e Intradiário (Estevão, 2011).

O MIBEL tem como principais objetivos (Brandão, 2017):

- Favorecer os consumidores de eletricidade dos dois países através da integração dos respetivos sistemas elétricos;
- Possibilitar a todos os intervenientes o livre acesso ao mercado;
- Beneficiar a eficiência económica das empresas do setor elétrico, fomentando a livre concorrência entre as mesmas;
- Promover a evolução do mercado de eletricidade de ambos os países, através da existência de uma metodologia única e integrada de definição dos preços de referência para toda a Península Ibérica;
- Estruturar o funcionamento do mercado com base nos princípios de transparência, livre concorrência e objetividade.

3.2.2. Mercado Diário

O Mercado Diário do MIBEL é a plataforma em que se concretiza o maior volume de transações dos sistemas elétricos de Portugal e de Espanha, mais concretamente as transações alusivas ao dia seguinte ao da negociação. Este mercado forma preço para cada uma das 24 horas de cada dia e para cada um dos 365 ou 366 dias de cada ano, e como é gerido pelo pólo espanhol, a hora da negociação é determinada pela hora espanhola.

Os compradores do mercado correspondem aos comercializadores, aos consumidores diretos e comercializadores de referência e outros agentes que se encontrem registados como compradores no MIBEL, estes poderão apresentar ofertas de aquisição de energia elétrica no mercado diário, se aderirem às regras de funcionamento do mesmo (OMIE, 2018). Os vendedores de energia elétrica correspondem aos comercializadores não residentes registados como vendedores, bem como pelas unidades de produção que não estão vinculadas a contratos bilaterais físicos (Fok, 2016).

No Mercado Diário é efetuado o cruzamento das propostas de compra e venda de energia elétrica para cada hora do dia seguinte. Após realizada a ordenação das mesmas, é

determinado o preço de mercado e a quantidade negociada para cada período horário do dia seguinte, como se pode observar pela figura 8.

As ofertas de venda e de compra podem ter 1 a 25 lanços para cada hora, e incluem a quantidade de preço de energia elétrica, sendo o preço crescente em cada lanço para o caso das vendas, e decrescente no caso das compras. As mesmas podem ser do tipo simples ou complexas. No caso das ofertas simples, estas expressam apenas o preço e a quantidade de energia a negociar. As ofertas complexas, para além de apresentarem o preço e a quantidade de energia, integram também algumas condições técnicas e económicas a respeitar, tais como:

- Condição de indivisibilidade do primeiro lanço de cada hora, permitindo fixar um valor mínimo de funcionamento;
- Graduação de carga dos geradores, estabelecendo a diferença máxima entre a potência no início de hora e a potência no final de uma hora da unidade de produção;
- Remuneração mínima dos geradores, admite a realização de ofertas para todas as horas, tendo em conta que a unidade de produção não participa no resultado da concertação do dia se não obtiver para o conjunto da sua produção no dia, uma remuneração superior a uma quantidade fixa, estabelecida em euros, mais uma remuneração variável estabelecida em euro por cada MWh concertado;
- Paragem programada, permite que, caso a unidade de produção tenha sido retirada despacho por não cumprir a condição solicitada de remuneração mínima, realize uma paragem programada num tempo máximo de três horas.

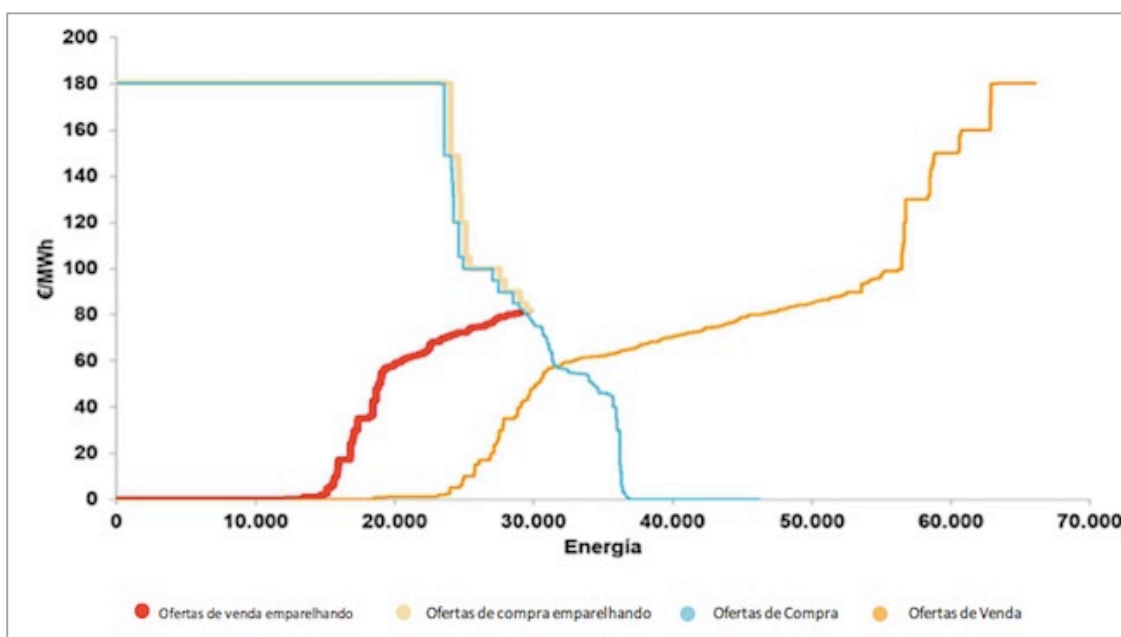


Figura 8 - Curvas agregadas de venda e compra de energia elétrica no OMIE para a hora 21 do dia 17 de Outubro de 2018 [OMIE]

3.2.3. Comércio de Licenças de CO₂

Face aos compromissos assumidos pela União Europeia, UE, para reduzirem o nível das suas emissões de gases com efeito de estufa, surge o Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE). Entrou em funcionamento em 2005, é um mecanismo flexível previsto no contexto do Protocolo de Quioto, constituindo um dos instrumentos centrais da estratégia da UE para o combate às alterações climáticas.

O CELE é o primeiro e maior sistema internacional para o comércio de licenças de emissão, funciona nos 28 países da UE, e também na Islândia, Listenstaine e na Noruega, limita as emissões em cerca de 11000 instalações de grande consumo de energia e das companhias de aviação, abrange cerca de 45% das emissões de GEE da UE (Concelho Europeu, 2018).

Os países incluídos no CELE dispõem de uma quantia limitada de licenças de emissão, atribuída com base nos Planos Nacionais de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE),

estes planos são elaborados pela Ministério do Ambiente de cada país.

As instalações que emitem menos do que a quantidade assumida podem vender ou manter as licenças em excesso, por outro lado aquelas que excedam devem comprar as licenças complementares, estando o preço por tonelada de CO₂ definido no mercado de carbono.

O primeiro período de aplicação do CELE, sucedido entre 2005 e 2007, foi considerado pela Comissão Europeia como experimental e fundamentalmente de aprendizagem para o período seguinte, 2008 a 2012, que ocorreu com o período de cumprimento do Protocolo de Quioto. Neste primeiros períodos de aplicação, as licenças de emissão eram atribuídas de forma gratuita, sendo imposto a monitorização, verificação e comunicação de emissões e a devolução das licenças no montante correspondente (APA, 2018).

No presente período, 2013 a 2020, as regras mudaram consideravelmente, verificando-se a introdução de novos gases e novos setores, a determinação a nível comunitário do total de licenças de emissão e a atribuição de licenças de emissão com recurso a leilão, mantendo-se marginalmente a atribuição gratuita.

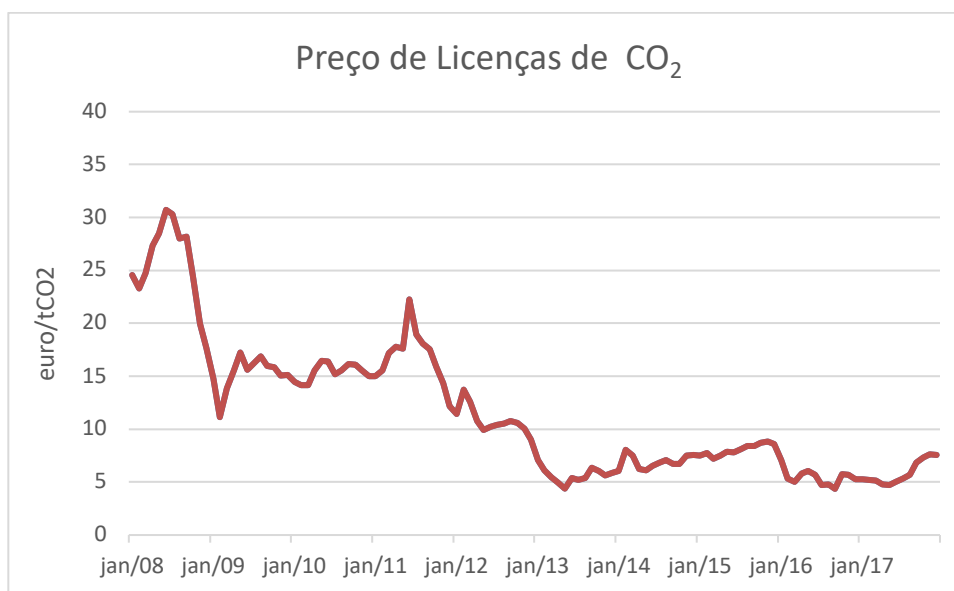


Figura 9 - Preços de Licenças de CO₂ [REN]

O preço do carbono no mercado, chegou a atingir os 30 euros, mas após a crise de 2008, desceu para cerca de quatro a seis euros, figura 9, deixando de funcionar como um estímulo para à redução do consumo de energia ou utilização de renováveis por parte dos diferentes setores da economia, por o carbono se ter tornado demasiado barato (Freitas, 2016).

4. Dados e Métodos

Após a revisão literária dos conceitos do presente trabalho, neste capítulo procurar-se-á fazer uma descrição do modelo de investigação, assim como os pressupostos assumidos e as variáveis escolhidas, sendo posteriormente apresentados os resultados empíricos obtidos e as conclusões a retirar.

4.1. Dados

Para a elaboração deste estudo foram reunidos dados mensais, durante um período de 10 anos, entre 2007 e 2017. Esta escolha temporal prende-se com facto de, este ser o período em que o investimento em instalações renováveis começou a ser observável um pouco por toda a Europa, e por coincidir com o início de funcionamento do MIBEL.

A escolha da Península Ibérica deve-se ao facto de, na última década, ostentar uma forte aposta na instalação de centros de produção de energia elétrica a partir de fontes de energia renovável. Este facto está intrinsecamente ligado à estratégia Europa 2020 e às condições climáticas e geográficas excepcionais, propícias a este tipo de investimento.

Para resumir a questão dos dados, a Tabela 3 contém as estatísticas descritivas de todas as

variáveis consideradas.

Tabela 3 - Estatística Descritiva

Variável	Obs.	Média	Std. Dev.	Máximo	Mínimo
PIB	228	52594.12	37789.33	101798.7	13564.03
emi_co2	228	3701001	2813413	8867167	297515.0
preços	228	50.23755	12.54276	81.67000	15.39000
preços_co2	228	10.82877	5.646786	30.34043	4.383043
cap_renv	228	264.0157	172.9448	512.5833	52.16667
cap_n_renv	228	174.3872	100.4511	309.9833	55.66667
prod_renv	228	888840.8	1032749	3818087	4015.940
prod_n_renv	228	1102032	1156568	3557566	7681.498

As variáveis consideradas neste trabalho foram:

- Produto Interno Bruto, PIB;
- Emissões de CO₂, emi_co2;
- Preços de Mercado de Energia Elétrica, preços;
- Preços de Licenças de CO₂, preços_co2;
- Capacidade instalada por central renovável, cap_renv;
- Capacidade instalada por central não renovável, cap_n_renv;
- Produção de energia elétrica por central renovável, prod_renv;
- Produção de energia elétrica por central não renovável, prod_n_renv.

Todas as variáveis utilizadas foram transformadas nos seus logaritmos naturais de modo a reduzir a variabilidade indesejada, presente nos dados.

4.1.1. Variáveis dependentes

- PIB

A variável PIB está expressa ao longo dos anos para Portugal e Espanha na figura 10. A sua evolução está intrinsecamente ligada com o crescimento económico. Esta variável está expressa em PPP² (\$ a preços constantes de 2011), tendo sido posteriormente convertidos em euros. Expressos em termos reais (preços constantes), eliminando desta forma o efeito da inflação, permitindo resultados mais consistentes. Estes dados foram recolhidos da base de dados estatística “World development indicators data” do World Bank.

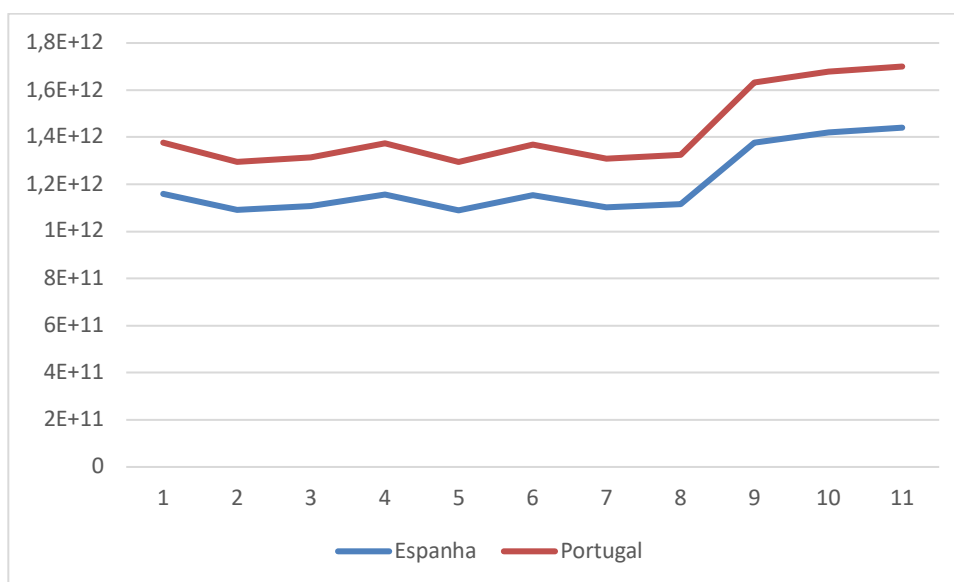


Figura 10 - Produto Interno Bruto de Portugal e Espanha [World Bank]

² Purchasing Power Parity

- Emissões de CO₂

A variável emissões de CO₂ é uma das variáveis dependentes do modelo, e está expressa mensalmente ao longo dos anos para Portugal e Espanha na figura 11. As emissões estão associadas a centrais de carvão, fuel + gás, ciclo combinado e térmicas renováveis (biomassa). Encontra-se expressa toneladas de CO₂ e os dados foram retirados da base de dados da REN e da REE.

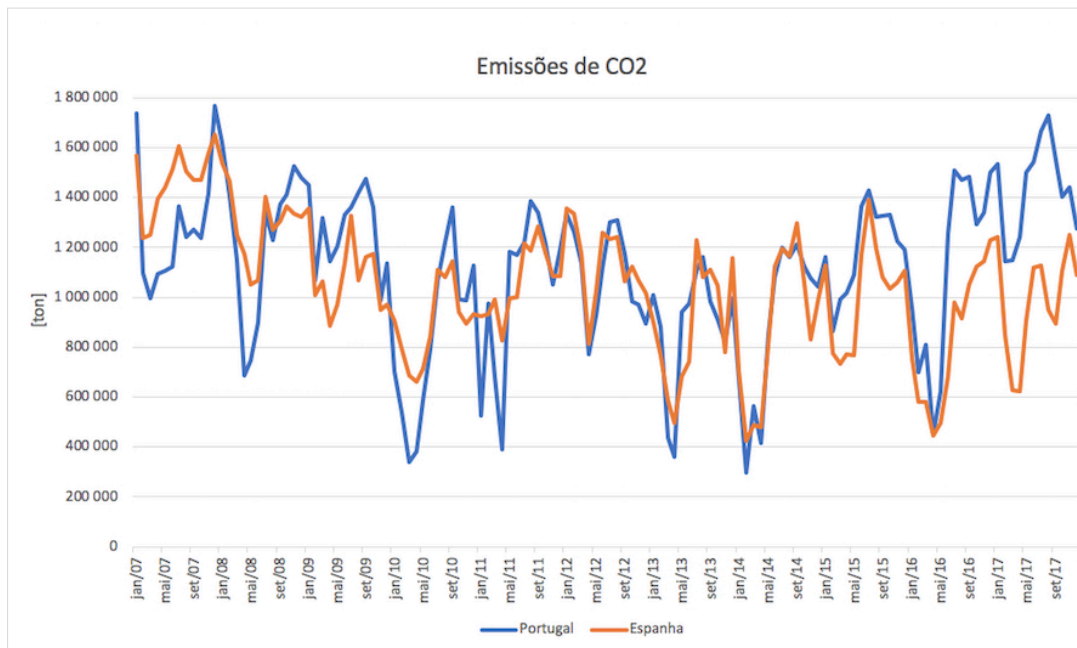


Figura 11 - Emissões de CO₂ para Portugal e Espanha [REN e REE]

- Preços de Mercado de Energia Elétrica

A variável preço de mercado de energia elétrica está descrita mensalmente ao longo dos anos para Portugal e Espanha na figura 12. O preço de eletricidade correspondem à cotação spot no mercado OMEL para o dia seguinte, encontra-se expressa em preços reais, tendo em conta a inflação. Os dados foram retirados da base de dados da REN e do OMIE, em euros/MWh.

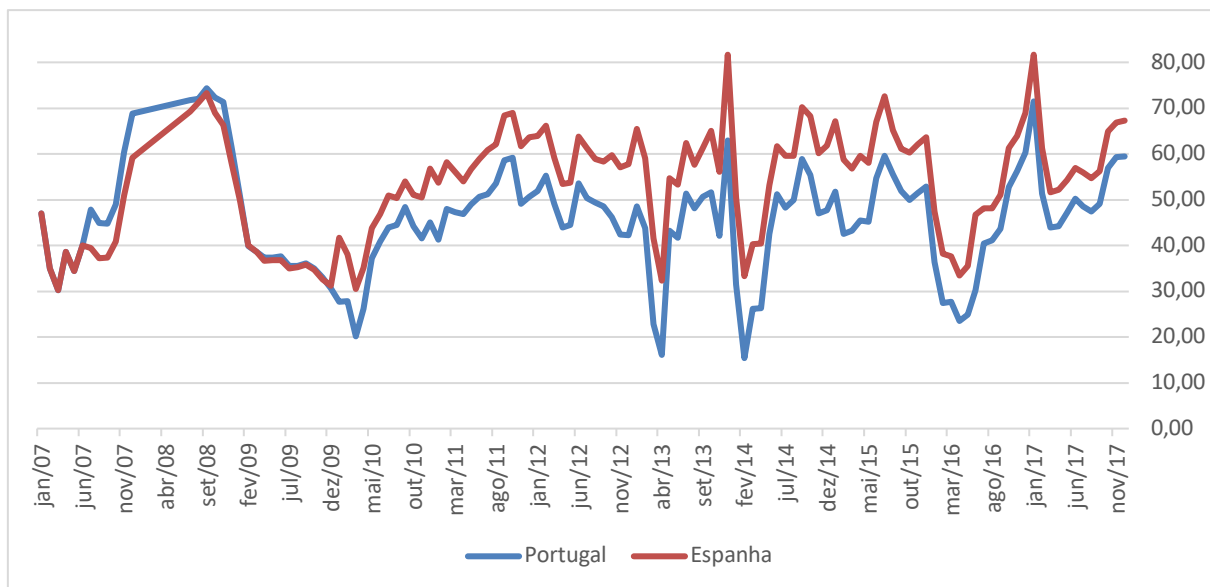


Figura 12 - Preços de Mercado de Energia Elétrica para Portugal e Espanha [REN e OMIE]

4.1.2. Variáveis independentes

- **Preços de Licenças de CO₂,**

Esta variável corresponde à cotação spot de emissão de CO₂ no mercado EEX, expressa em euros/tonelada de CO₂ em termos reais. Os dados foram retirados da REN e está descrita na figura 9.

- **Produção de energia elétrica por central renovável e não renovável**

A variável produção total de energia elétrica renovável e não renovável, expressa em GW, foi retirada da base de dados estatística REN, para Portugal e REE, para Espanha, estando descrita na figura 13 e 14 respetivamente.

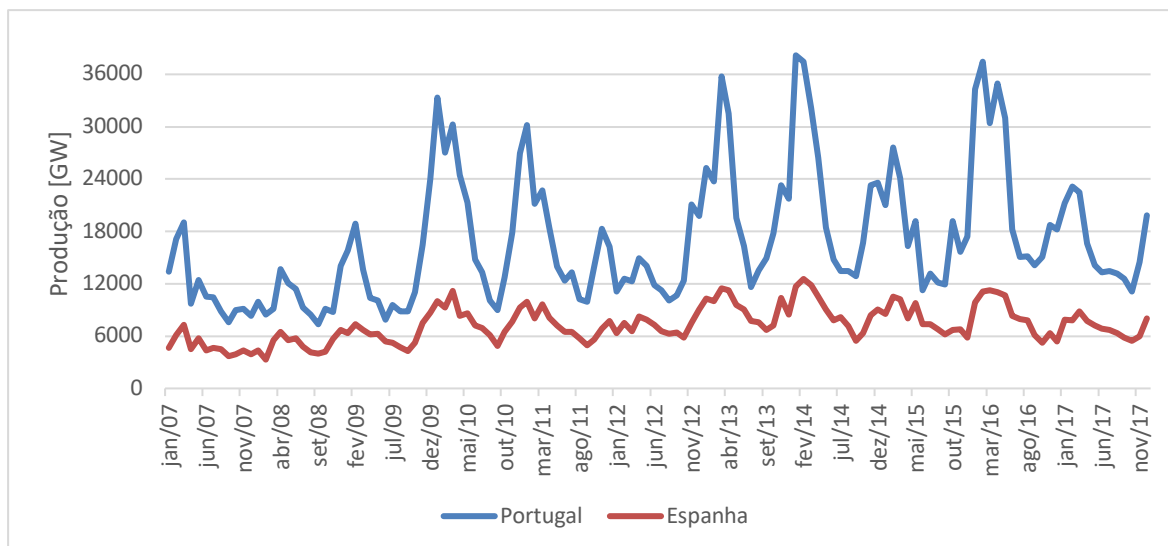


Figura 13 - Produção de energia elétrica por central renovável

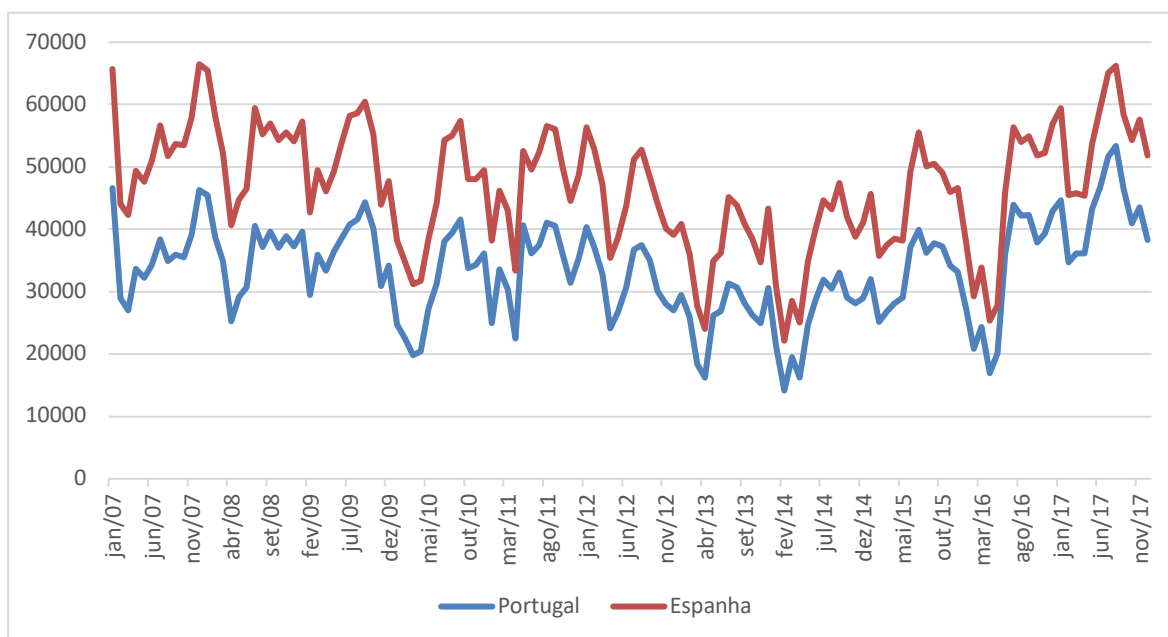


Figura 14 - Produção de energia elétrica por central não renovável

- Capacidade instalada por central renovável e não renovável

A variável capacidade total instalada de energia elétrica renovável e não renovável, expressa em GW, foi retirada da base de dados estatística REN, para Portugal e REE, para Espanha, estando descritas nas figuras 15 e 16.

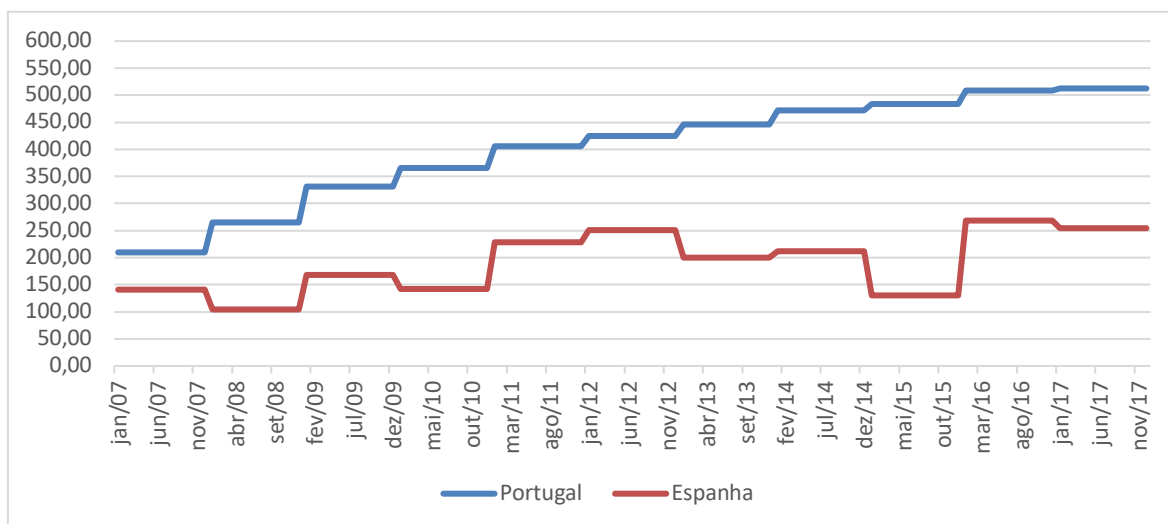


Figura 15 - Capacidade Instalada por Central Renovável

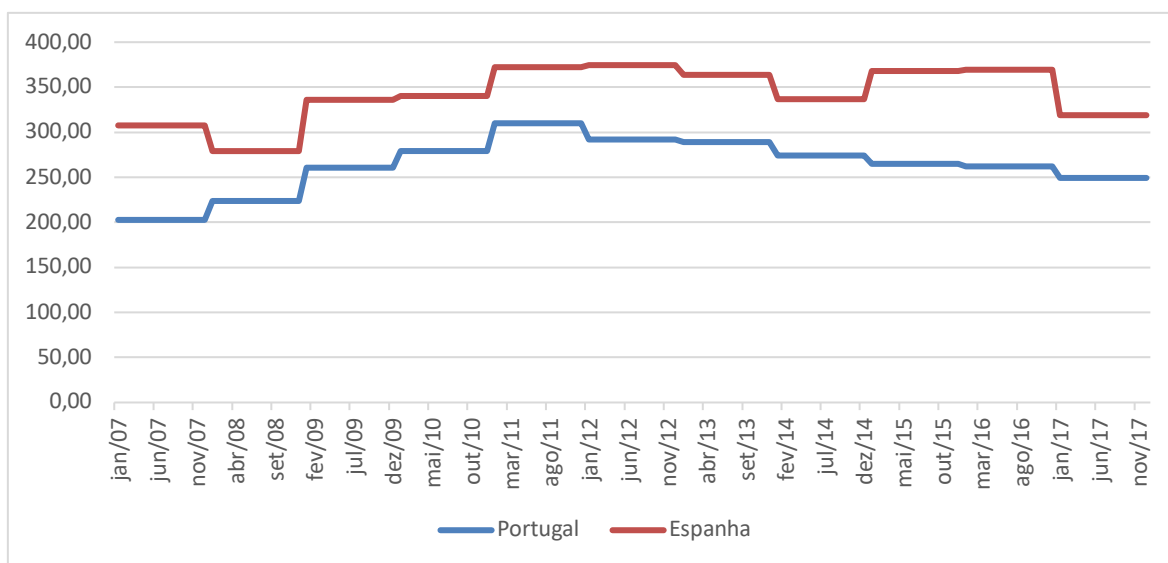


Figura 16 - Capacidade Instalada por Central não Renovável

4.2. Método

O modelo aqui exposto procura entender em que medida as fontes de energia renováveis influenciam o mix energético em Portugal, Espanha e no seu conjunto, ou seja na Península Ibérica, do ponto de vista económico, através do PIB e do preço de energia elétrica, e do ponto de vista ambiental através das emissões de CO₂.

Recorrendo às potencialidades do *software Econometric Views 9*, foi possível estimar o modelo usando a metodologia de dados em painel.

Os dados em painel analisam as variações das variáveis ao longo do tempo e entre diferentes indivíduos, juntam, assim, dados temporais e seccionais no mesmo modelo. Algumas das vantagens associadas ao uso desta metodologia estão ligadas ao controlo da heterogeneidade individual, possibilidade de manuseamento de elevadas quantidades de informação, menor colinearidade entre variáveis e maior eficiência na estimação (Marques 2000). Os dados em painel permitem três tipos de modelos, modelos agregados *pooled*, modelos com efeitos fixos e modelos com efeitos aleatórios. No presente trabalho foi utilizado o modelo agregado *pooled* e o modelo com efeitos fixos, uma vez que os efeitos aleatórios não estão presentes no modelo, tendo sido verificado através do teste Hausman.

4.2.1. Modelo Agregado *Pooled*

Este modelo é estimado pelo método dos mínimos quadrados, também conhecido por *Pooled* OLS, e assume dois importantes pressupostos: não há efeitos diferenciados na regressão a nível sectorial e não há efeitos diferenciados na regressão a nível temporal.

Primeiramente definimos as equações:

$$(a) \quad PIB_{it} = \beta_0 + \beta_1 cap_renv_{it} + \beta_2 cap_n_renv_{it} + \beta_3 emi_co2_{it} + \beta_4 preços_{it} + \beta_5 preços_co2_{it} + \beta_6 prod_renv_{it} + \beta_7 prod_n_renv_{it} + u_t$$

$$(b) \text{preços}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{cap_renv}_{it} + \beta_2 \text{cap_n_renv}_{it} + \beta_3 \text{emi_co2}_{it} + \beta_4 \text{PIB}_{it} + \beta_5 \text{preços_co2}_{it} + \beta_6 \text{prod_renv}_{it} + \beta_7 \text{prod_n_renv}_{it} + u_t$$

$$(c) \text{emi_co2}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{cap_renv}_{it} + \beta_2 \text{cap_n_renv}_{it} + \beta_3 \text{PIB}_{it} + \beta_4 \text{preços}_{it} + \beta_5 \text{preços_co2}_{it} + \beta_6 \text{prod_renv}_{it} + \beta_7 \text{prod_n_renv}_{it} + u_t$$

- β_0 Termo independente;
- βPIB_{it} Produto interno bruto no país i no ano t;
- $\beta \text{cap_renv}_{it}$ Capacidade total de eletricidade por fontes renováveis no país i no ano t;
- $\beta \text{cap_n_renv}_{it}$ Capacidade total de eletricidade por fontes não renováveis no país i no ano t;
- $\beta \text{emi_co2}_{it}$ Emissões de CO₂ por central termoelétrica no país i no ano t;
- $\beta \text{preços}_{it}$ Preços de mercado no país i no ano t;
- $\beta \text{preços_co2}_{it}$ Preços das licenças de emissões de CO₂ no país i no ano t;
- $\beta \text{prod_renv}_{it}$ Produção total de eletricidade por fontes renováveis no país i no ano t;
- $\beta \text{prod_n_renv}_{it}$ Produção total de eletricidade por fontes não renováveis no país i no ano t;
- u_t Termo de perturbação aleatório.

4.2.2. Modelo com Efeitos Fixos

O modelo de efeitos fixos admite que o coeficiente de interseção seja diferente entre os países, permitindo detetar diferenças que não mudam com o tempo e homogeneidade no coeficiente. A estimação deste modelo é realizado de forma a ultrapassar o problema das variáveis ocultas, que por não estarem a serem ponderadas na regressão podem provocar desequilíbrios na estimação pelo método pooled OLS.

Deste modo, o modelo foi ajustado, sendo agora as equações a estimar iguais às primeiras, mas com a introdução de efeitos fixos, f_t .

$$(d) \quad PIB_{it} = \beta_0 + \beta_1 cap_renv_{it} + \beta_2 cap_n_renv_{it} + \beta_3 emi_co2_{it} + \beta_4 preços_{it} + \beta_5 preços_co2_{it} + \beta_6 prod_renv_{it} + \beta_7 prod_n_renv_{it} + u_t + f_t$$

$$(e) \quad preços_{it} = \beta_0 + \beta_1 cap_renv_{it} + \beta_2 cap_n_renv_{it} + \beta_3 emi_co2_{it} + \beta_4 PIB_{it} + \beta_5 preços_co2_{it} + \beta_6 prod_renv_{it} + \beta_7 prod_n_renv_{it} + u_t + f_t$$

$$(f) \quad emi_co2_{it} = \beta_0 + \beta_1 cap_renv_{it} + \beta_2 cap_n_renv_{it} + \beta_3 PIB_{it} + \beta_4 preços_{it} + \beta_5 preços_co2_{it} + \beta_6 prod_renv_{it} + \beta_7 prod_n_renv_{it} + u_t + f_t$$

5. Resultados

Os resultados dos modelos descritos anteriormente são destacados separadamente na seção seguinte. Primeiramente, analisámos os impactos das fontes de energia renováveis do ponto de vista económico, através do PIB e do preço de energia eléctrica, e do ponto de vista ambiental através das emissões de CO₂, em Portugal, Espanha, através do método pooled OLS. Por último, estudamos os mesmos impactos para a Península Ibérica, pelo método com efeitos fixos.

5.1. Efeito no PIB

Através da análise da tabela 4, verificamos que, a variável capacidade total de energia por fontes renováveis apenas é estatisticamente significativa, possuindo um contributo positivo sob o PIB. Este resultado poderá estar relacionado com o facto de um investimento deste tipo de sistemas necessitar de níveis avultados de mão de obra, gerando emprego e atividades económicas, propícias ao crescimento económico.

A variável emissões de CO₂ é estatisticamente significativa para Espanha e Península Ibérica. Contudo, esta apresenta um impacto negativo pela método OLS para Espanha, e

pelo método com efeitos fixos na Península Ibérica mas pelo método OLS para a Península Ibérica o seu coeficiente é positivo.

O mesmo se sucedeu para a variável produção de energia por fontes não renováveis, ocorrendo uma alteração no coeficiente de negativo para positivo no método de efeitos fixos. Esta incongruência deverá ser futuramente analisada em profundidade, de modo a tentar perceber os motivos para esta variação de sinal nos coeficientes destas variáveis.

As diferenças obtidas entre as estimações pelo método OLS e pelo método com efeitos fixos, pode dever-se ao facto de este último, mais flexível, permitir captar efeitos que o primeiro não consegue. Assim, as estimativas deste último método aproximam-se mais, à partida, da realidade dos países que compõem a amostra.

Relativamente aos preços de mercado de energia elétrica e preços de licença de CO₂, estes apenas são estatisticamente significativos, contribuindo negativamente para o crescimento económico.

Os preços de mercado de energia elevados implicam custos de produção elevados, podendo desta forma traduzir-se na diminuição da produção interna.

A razão pela qual os preços das licenças de CO₂ não estarem associados a um maior crescimento económico poderá dever-se ao facto de, um aumento no preço das licenças fazer com que as empresas diminuam as suas produções, de modo a tentarem baixar as suas emissões. As limitações na produção, geram menor atividade económica e consequentemente, a menores níveis de crescimento económico.

Por fim, a variável produção de energia por fontes renováveis é estatisticamente significativa para Espanha e Península Ibérica, tendo um impacto negativo no PIB. Este resultado poderá estar relacionado aos custos inerentes ao funcionamento destas tecnologias, nomeadamente os custos de instalação e manutenção.

Tabela 4 - Efeito no PIB para Portugal e Espanha e Península Ibérica

Efeito no PIB	Pooled OLS		Efeitos Fixos	
	Portugal	Espanha	Península Ibérica	
cap_renv	0.575618 0.044896*	-0.003947 0.034134	0.062782 0.033596**	0.072233 0.028153*
cap_n_renv	-0.664900 0.071387*	0.270763 0.042208*	0.033596 0.040980*	0.188961 0.035076*
emi_co2	-0.053498 0.035066	-0.150403 0.075629*	0.180366 0.038777*	-0.172891 0.048713*
preços	-0.072607 0.015909*	0.007372 0.002337	-0.037731 0.018146**	-0.071027 0.015578*
preços_co2	-0.069294 0.015464*	-0.095917 0.026427*	-0.052035 0.016335*	-0.087615 0.014160*
prod_renv	0.035596 0.017073	-0.096016 0.049905*	-0.039103 0.027106*	-0.050439 0.024496**
prod_n_renv	0.215595 0.047030*	0.156911 0.129117	-0.270654 0.020180*	0.359959 0.066982*
cons	8.927159 0.465127	13.53708 0.646121	12.43481 0.417257	10.06231 0.410172
R-squared	0.663017	0.185000	0.988752	0.992146
Prob(F-statistic)	0.000000	0.002362	0.000000	0.000000
Nº Obs.	114	114	228	228

Coefficientes estatisticamente significativos a * 1%, ** 5% e *** 10%

5.2. Efeito no Preço de Mercado Elétrico

Os resultados do impacto das energias renováveis no preço de mercado elétrico estão descritos na tabela 5. Através da sua análise, verifica-se que a capacidade renovável é estatisticamente significativa para Portugal, Espanha e Península Ibérica, com efeitos positivos nos preços de mercado de energia elétrica. Este resultado poderá estar relacionado com o facto de, um aumento na capacidade renovável poder significar uma diminuição da produção de energia por fontes não renováveis, e consequentemente um possível aumento do custo de energia por MW produzido e isso fazer-se refletir nos preços, já que as energias renováveis não entram diretamente no cálculo do preço diário de energia.

A variável emissões de CO₂ é estatisticamente significativa para Portugal, Espanha e Península Ibérica, e apresenta um impacto positivo nos preços de mercado de energia elétrica. Isto poderá ser explicado pelo facto de, as emissões de CO₂ estarem de forma intrínseca ligadas a fontes de energia não renováveis, que por sua vez fazem com que os preços de energia no mercado subam, pois estão associadas a centrais mais caras.

Relativamente ao PIB, este é estatisticamente significativo e possui um efeito negativo nos preços de energia elétrica. Esta diminuição pode ser causada, pelo impacto que o aumento da produção poderá ter na diminuição do custo por MW produzido, ou pela situação de crise económica que existiu nos últimos anos na Península Ibérica que originou uma redução do PIB, embora esta análise não possa ser conclusiva, uma vez que seria necessário analisar outras variáveis. A variável preços de licença de CO₂ é estatisticamente significativa apenas para Portugal e apresenta um impacto positivo nos preços de energia elétrica. Este resultado poderá estar relacionado com o facto de, as elétricas ibéricas repassarem para o preço da eletricidade o custo das licenças de CO₂ (Freitas, 2016).

A produção de energia por fontes renováveis é estatisticamente significativa para a Península Ibérica, e exibe um efeito negativo nos preços de energia elétrica. A explicação deste resultado poderá estar relacionada com o facto de, o funcionamento do mercado ibérico assentar o ordenamento das ofertas da mais barata para a mais cara. Desta forma as renováveis são a primeiras ofertas a entrar na rede, e começam desta forma a definir os preços, deixando pouca margem para as ofertas, mais caras, das restantes tecnologias não renováveis. Por outro lado, e tendo em conta a explicação acima dada, a produção de energia elétrica por fontes não renováveis é estatisticamente significativa para a Península Ibérica, com efeitos positivos nos preços de mercado de eletricidade. O facto de o aumento da

produção por fontes não renováveis aumentar os preços energia elétrica poderá ser explicado pelo custos associados a estas tecnologias.

Tabela 5 - Efeito no Preço de Mercado Elétrico para Portugal, Espanha e Península Ibérica

Efeito no Preço de Mercado Elétrico	Pooled OLS		Efeitos Fixos	
	Portugal	Espanha	Península Ibérica	
cap_ren	0.305524 0.268532*	0.698442 0.119036*	0.989383 0.105230*	0.804641 0.105234*
cap_n_renv	-0.176705 0.509145	-0.246636 0.197256	0.444441 0.150671	0.123673 0.154516
emi_co2	0.752963 0.183846 *	1.552410 0.663871*	0.979461 0.134156 *	1.628433 0.176115*
PIB	- 0.226191 0.495607*	-0.116427 0.690466	-0.510804 0.245664*	1.220620 0.267710
preços_co2	0.949279 0.018975 *	0.126718 0.205819*	0.885265 0.014717*	0.915105 0.014985*
prod_renv	0.076251 0.096947	-0.851032 0.015852	-0.439823 0.095717*	-0.192012 0.101702***
prod_n_renv	0.165541 0.286892	0.224464 0.431578*	0.392889 0.096538*	1.744926 0.270867*
cons	-2.014821 6.416482	-6.175526 5.250388	2.396680 3.446326	-0.543383 3.502774
R-squared	0.977707	0.973114	0.949778	0.955488
Prob(F-statistic)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Nº Obs.	114	114	228	228

Coefficientes estatisticamente significativos a * 1%, ** 5% e *** 10%

5.3. Efeito nas Emissões de CO₂

Os resultados do impacto das energias renováveis nas emissões de CO₂ estão descritas na tabela 6. Verifica-se que a variável capacidade e produção total de eletricidade por fontes de energia não renováveis são estatisticamente significativas, influenciando positivamente as emissões de CO₂. A explicação destes resultados estará relacionada com os impactos inerentes à queima de combustíveis fósseis para produção de energia, utilizada por estas tecnologias, originando a libertação de gases poluentes, nomeadamente o CO₂ que contribuem para as alterações climáticas.

Relativamente aos preços de mercado de energia elétrica, estes são estatisticamente significativos para a Península Ibérica, agregada e estudada em separado, possuindo uma influência positiva nas emissões de CO₂. Este resultado poderá ser relacionado com o facto de as energias renováveis em mercado de energia terem um preço de entrada baixo, próximo de zero, e estando os preços de mercado relacionados maioritariamente com os custos das fontes de energia não renováveis, que por sua vez estão ligadas a elevadas emissões de CO₂.

A variável preços de licença de CO₂ é estatisticamente significativa para Portugal, Espanha e para a Península Ibérica, tendo um impacto negativo nas emissões de CO₂. A explicação deste resultado poderá dever-se ao facto de, o aumento no preço das licenças de CO₂ fazer com que as empresas limitem as suas produções, de modo a baixarem as suas emissões, e consequentemente pagarem menos em licenças.

A produção total de energia por fontes renováveis é estatisticamente significativa para a Península Ibérica, contribuindo negativamente para as emissões de CO₂. Este resultado deverá estar relacionado com o facto de estas fontes de energia utilizarem tecnologias consideradas “limpas” que não contribuem para as emissões de CO₂.

Por fim, a variável PIB apresenta incoerências nos seus coeficientes, uma vez que este é positivo para a Península Ibérica, contrariamente ao que acontece em Espanha, pelo método OLS, contudo pelo método com efeitos fixos é negativo. Este resultado deverá ser estudado futuramente, de modo a perceber a razão desta variação.

Tabela 6 - Efeito nas emissões de CO₂ para Portugal, Espanha e Península Ibérica

Efeito nas Emissões de CO ₂	Pooled OLS		Efeitos Fixos	
	Portugal	Espanha	Península Ibérica	
cap_renv	-0.084812 0.196292	-0.017039 0.043013	-0.162381 0.055099	-0.023790 0.038510
cap_n_renv	0.257430 0.262569	0.149687 0.061000**	0.319695 0.065827*	0.043784 0.050265
PIB	-0.401622 0.263251	-0.239147 0.120253**	0.496418 0.106725*	-0.314597 0.088639*
preços	0.181450 0.044304*	0.015630 0.002682*	0.199124 0.027274*	0.172423 0.018648*
preços_co2	-0.193392 0.042220*	-0.178610 0.030782*	-0.177562 0.024999*	-0.174363 0.017024*
prod_renv	-0.076710 0.047145	-0.086387 0.063466	-0.516357 0.028800*	-0.098286 0.032694*
prod_n_renv	1.171617 0.083348 *	1.399034 0.091718*	0.497906 0.030173*	1.218851 0.049569*
cons	14.23764 3.181326	5.382306 2.665911	2.345816 2.604870	8.574002 2.043358
R-squared	0.913528	0.874888	0.974796	0.988366
Prob(F-statistic)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Nº Obs.	114	114	228	228

Coefficientes estatisticamente significativos a * 1%, ** 5% e *** 10%

(página propositadamente em branco)

6. Conclusões

Este último capítulo apresenta os principais resultados da tese, bem como algumas ideias que seriam interessantes serem exploradas em pesquisas futuras.

Nos últimos anos, as fontes de energia renováveis aumentaram de forma considerável a sua participação no mix energético da maioria dos países da Europa e do mundo. As vantagens do uso de energias renováveis para o crescimento económico e o meio ambiente são muito discutidas na literatura, sendo necessário examinar integralmente os seus efeitos.

Desta forma, este estudo contribui para esse paradigma e analisa os benefícios e o impacto desta nova aposta na Península Ibérica, nomeadamente em termos de crescimento económico, preços de mercado de energia elétrica e as nas emissões de CO₂. A análise foi construída sobre diferentes técnicas de estimação de dados em painel, nomeadamente o método pooled OLS e o método com painéis fixos, usando um conjunto de dados que abrange um período de tempo de 2007 a 2017.

Os resultados mostram que os efeitos das fontes de energia renováveis em termos de crescimento económico não são conclusivos, uma vez que um aumento de 1% na capacidade instalada de energias renováveis tem um impacto positivo de 0,044% no PIB em Portugal e de 0,033% no caso da Península Ibérica. Contudo, o aumento de 1% na produção de energia por fontes renováveis tem um impacto negativo sobre o PIB em cerca de -0,096% para Espanha e de -0,039% no caso da Península Ibérica. Concluimos desta forma que, apesar

do investimento em capacidade instalada se revelar benéfico para o crescimento económico em Portugal, a utilização desta capacidade, ou seja a produção de energia por fontes renováveis, já não apresenta o mesmo efeito para Espanha e a Península Ibérica, tendo um impacto negativo no crescimento. Isto poderá dever-se a fatores intrínsecos ao funcionamento destas tecnologias, nomeadamente os custos de instalação e manutenção elevados.

Relativamente aos efeitos das energias renováveis nos preços de mercado de energia elétrica concluímos que, o aumento de 1% da produção de energia renovável tem um impacto negativo sobre o preço de mercado elétrico medido em cerca de -0,43% para a Península Ibérica. Ou seja quanto maior for a oferta renovável, mais baixos são os preços. A explicação deste resultado deverá estar relacionada com as normas de funcionamento do mercado ibérico, que determina a distribuição das ofertas da mais barata para a mais cara. Desta forma as renováveis são as primeiras ofertas a entrar na rede, deixando as centrais não renováveis, normalmente mais caras de fora da equação.

Por outro lado, de acordo com os resultados obtidos sobre os benefícios das energias renováveis nas emissões de CO₂, concluímos que um aumento de 1% na produção total de energia por fontes renováveis tem um impacto negativo sobre as emissões de CO₂ medido em cerca de -0,52% na Península Ibérica. O aumento de fontes de energia renovável faz diminuir as emissões de CO₂, uma vez que utilizam tecnologias amigas do ambiente, onde a sua contribuição para a emissão de gases poluentes é, praticamente, inexistente.

Em suma, os resultados dos impactos das fontes renováveis na Península Ibérica para o PIB mostram-se inconclusivos, contudo revelam-se benéficos para os preços de mercado e as emissões de CO₂, uma vez que a sua variação percentual diminui os preços de energia elétrica no mercado e as emissões de CO₂.

Trabalhos futuros sobre os impactos de fontes de energia renovável deve passar por, um estudo aprofundado das variáveis que apresentaram incoerências na sinalização dos coeficientes pelo método com efeitos fixos, como referido no capítulo anterior, nomeadamente as emissões de CO₂, produção de energia por fontes não renováveis e o PIB.

Adicionalmente, uma análise com mais países e desagregada das fontes de energia renovável seria interessante, de modo a perceber que tipo de fontes deveriam ser incentivadas

em cada um dos diferentes países.

(página propositadamente em branco)

7. Referências e Anexos

7.1. Referências Documentais

APA. (2018). *Protocolo de Quioto*. Disponível em <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=119&sub3ref=500>. [01/06/2018].

APA. (2018). *Comércio Europeu de Licenças de Emissão*. Disponível em <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=295>. [01/06/2018].

Apergis, Nicholas e Payne, James E. (2009). *Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries*. Energy Policy, 38 (1), 656-660.

APREN. (2018). *Energias Renováveis*. Disponível em <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/destaques>. [01/06/2018].

APREN. (2018). *Eletricidade Renovável em Revista 2017*. Disponível em: <http://www.apren.pt/contents/files/2017-eletricidade-renovavel-em-revista.pdf> [01/06/2018].

Brandão, F. (2017). *Análise dos Resultados do Mercado Ibérico de Eletricidade no Ano de 2016*. FEUP, Faculdade de Engenharia Da Universidade Do Porto.

- Concelho Europeu. (2018). *Regime do Comercio de Licenças de Emissão UE*. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/climate-change/reform-eu-ets/>. [01/10/2018].
- DGEG. (2018). *Energias Renováveis*. Disponível em: <https://www.simej.min-economia.pt/portalservicos/portal.html>. [19/06/2018].
- Estevão, João. (2011). *As Especificidades dos Futuros de Eletricidade - Aplicação ao Mercado Ibérico*. Universidade Técnica de Lisboa.
- Eurostat. (2018). *Renewable Energy*. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20180921-1?inheritRedirect=true>. [19/06/2018].
- Eurostat. (2018). *GDP and main aggregates - selected international quartely data*. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/naidq_10_gdp. [19/06/2018].
- Fok, Maria. (2016). *Análise dos Resultados do Mercado Ibérico de Eletricidade no Ano de 2016*. FEUP, Faculdade de Engenharia Da Universidade Do Porto.
- Freitas, C. (2016). *Avaliação do Impacto do Mercado de Carbono nos Mercados Elétricos de Portugal e Espanha*. Faculdade de Economia Da Universidade de Coimbra.
- Grijó, Maria. (2014). *O Impacto Da Produção De Energia Solar Fotovoltaica No Crescimento Económico*. Faculdade de Economia da Universidade do Porto.
- Inglesi-Lotz, R. (2016). The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application. *Energy Economics*, 53, 58–63. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.01.003>
- Marques, Luís. (2000). *Modelos Dinâmicos com Dados em Painel: Revisão da Literatura*. Faculdade de Economia da Universidade do Porto Working Papers, 1-80.
- Mestre, Ana. (2015). *Aplicação do novo regime de produção distribuída de eletricidade renovável*. Universidade Nova de Lisboa.

- Menegaki, Angeliki.(2011). *Growth and renewable energy in Europe: A random effect with evidence for neutrality hypothesis*. *Energy Economics*, 33(2), 257-263
- Mulder, M., e Scholtens, B. (2013). The impact of renewable energy on electricity prices in the Netherlands. *Renewable Energy*, 57, 94–100.
- OMIE. (2018). *Informações mensais de preços de mercado*. <http://www.omie.es/inicio/publicaciones>. [15/08/2018].
- Paraschiv, F., Erni, D., e Pietsch, R. (2014). The impact of renewable energies on EEX day-ahead electricity prices. *Energy Policy*, 73, 196–210.
- Pinto, Pedro. (2018). *Caracterização de Padrões de Preços de Eletricidade em Produtos do Mercado de Derivados*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- REE. (2018). *Informação do Sistema Eléctrico Espanhol do ano 2017*. Disponível em <https://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/informe-anual/informe-del-sistema-electrico-espanol-2017>. [15/08/2018].
- REE. (2018). *Informação de Energias Renováveis de 2017*. Disponível em <https://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/informe-de-energias-renovables/informe-2017>. [15/08/2018].
- REE. (2018). *Estatísticas nacionais*. <https://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/series-estadisticas/series-estadisticas-nacionales>. [15/08/2018].
- REN. (2018). *Avaliação ambiental estratégica: relatório ambiental*. [https://www.ren.pt/files/2018-02/2018-02-16170732_f7664ca7-3a1a-4b25-9f46-2056eef44c33\\$\\$72f445d4-8e31-416a-bd01-d7b980134d0f\\$\\$8b600aef-01eb-49ed-b0b8-0d76937d6b45\\$\\$storage_image\\$\\$pt\\$\\$1.pdf](https://www.ren.pt/files/2018-02/2018-02-16170732_f7664ca7-3a1a-4b25-9f46-2056eef44c33$$72f445d4-8e31-416a-bd01-d7b980134d0f$$8b600aef-01eb-49ed-b0b8-0d76937d6b45$$storage_image$$pt$$1.pdf). [20/08/2018].
- REN. (2018). *Sistemas de Informação de Mercados de Energia*. Disponível em <http://www.mercado.ren.pt/PT/Electr/Paginas/default.aspx>. [20/08/2018].
- REN. (2018). *Preços Mercado Spot - Portugal e Espanha*. Disponível em <http://www.mercado.ren.pt/PT/Electr/InfoMercado/InfOp/MercOmel/Paginas/Precos.aspx>. [20/08/2018].
- Rocha, Pedro. (2013). *Estratégia Nacional para a Energia em Portugal em 2020: eixo da*

- eficiência energética*. Disponível <https://run.unl.pt/handle/10362/10114>. [10/08/2018].
- Sadorsky, Perry. (2009). *Renewable energy consumption and income in emerging economies*. Energy Policy, 37 (10), pp. 4021-4028.
- Silva, S., Soares, I., e Pinho, C. (2012). *The impact of renewable energy sources on economic growth and CO2 emissions - A svar approach*. European Research Studies Journal, 15, 133–144.
- Tugcu, C., Ozturk, I. e Aslana, A. (2012). *Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: Evidence from G7 countries*. Energy Economics, 34 (6), pp.1942-1950.
- World Bank. (2018). *World Development Indicators*. Disponível em https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.KD?locations=RU&name_desc=false, [10/08/2018]

7.2. Anexos

Dados estatísticos para Portugal

Ano	Mês	Produção Mensal [MWh]		Capacidade Instalada Mensal [MW]		Emissões CO2 mensais [ton]	PIB [Milhões]	Preços de Mercado [euro/MWh]	Preços CO2 [€/tonCO ₂]
		Renovável	Não Renovável	Renovável	Não Renovável				
		2007	jan/07	1338040	3106788				
	fev/07	1710228	1932412	209,72	202,71	1 099 917	18093766178,67	34,94	-
	mar/07	1902882	1797926	209,72	202,71	996 073	18093766178,67	30,24	-
	abr/07	974863	2247582	209,72	202,71	1 093 114	18093766178,67	38,68	-
	mai/07	1244797	2145542	209,72	202,71	1 105 683	18093766178,67	34,43	-
	jun/07	1054330	2285845	209,72	202,71	1 125 392	18093766178,67	40,05	-
	jul/07	1044695	2562447	209,72	202,71	1 364 700	18093766178,67	47,78	-
	ago/07	881819	2324356	209,72	202,71	1 240 052	18093766178,67	44,90	-
	set/07	755833	2395007	209,72	202,71	1 273 006	18093766178,67	44,82	-

	out/07	899018	2368006	209,72	202,71	1 239 959	18093766178,67	49,01	-
	nov/07	913468	2610127	209,72	202,71	1 415 375	18093766178,67	60,48	-
	dez/07	835186	3086341	209,72	202,71	1 765 767	18093766178,67	68,87	
2008	jan/08	995730	3029162	265,42	223,42	1619337	16892197438,91	-	24,53
	fev/08	849969	2583220	265,42	223,42	1408432	16892197438,91	-	23,30
	mar/08	915635	2330155	265,42	223,42	1148187	16892197438,91	-	24,73
	abr/08	1363947	1680749	265,42	223,42	685557	16892197438,91	-	27,36
	mai/08	1205112	1943190	265,42	223,42	745978	16892197438,91	-	28,49
	jun/08	1136903	2043204	265,42	223,42	899885	16892197438,91	-	30,72
	jul/08	927535	2706385	265,42	223,42	1339630	16892197438,91	71,69	30,34
	ago/08	844340	2476621	265,42	223,42	1229877	16892197438,91	72,04	28,00
	set/08	735516	2639072	265,42	223,42	1375081	16892197438,91	74,34	28,17
	out/08	912312	2467840	265,42	223,42	1412469	16892197438,91	72,35	24,43
	nov/08	878101	2592462	265,42	223,42	1527487	16892197438,91	71,31	19,94
	dez/08	1403762	2481842	265,42	223,42	1480219	16892197438,91	61,40	17,70
2009	jan/09	1577530	2640112	331,47	260,58	1 447 671	17215875969,78	50,72	14,74

	fev/09	1888074	1961732	331,47	260,58	1 068 289	17215875969,78	39,83	11,12
	mar/09	1361659	2394989	331,47	260,58	1 316 573	17215875969,78	38,64	13,88
	abr/09	1038294	2227304	331,47	260,58	1 143 931	17215875969,78	37,34	15,55
	mai/09	1005202	2419681	331,47	260,58	1 205 406	17215875969,78	37,30	17,24
	jun/09	790412	2567639	331,47	260,58	1 330 078	17215875969,78	37,60	15,62
	jul/09	958251	2713522	331,47	260,58	1 361 680	17215875969,78	35,48	16,20
	ago/09	885184	2774674	331,47	260,58	1 419 869	17215875969,78	35,53	16,88
	set/09	882991	2958491	331,47	260,58	1 474 998	17215875969,78	36,08	15,98
	out/09	1102937	2676120	331,47	260,58	1 360 705	17215875969,78	34,97	15,86
	nov/09	1646095	2061370	331,47	260,58	986 453	17215875969,78	33,00	15,06
	dez/09	2400626	2277720	331,47	260,58	1 134 740	17215875969,78	30,70	15,13
2010	jan/10	3332831	1650062	365,45	279,20	705 149	18313600646,17	27,71	14,46
	fev/10	2702008	1502645	365,45	279,20	539 138	18313600646,17	27,8	14,13
	mar/10	3026819	1317800	365,45	279,20	340 069	18313600646,17	20,1	14,15
	abr/10	2443712	1360143	365,45	279,20	383 420	18313600646,17	26,16	15,58
	mai/10	2129592	1811075	365,45	279,20	586 309	18313600646,17	37,14	16,48

	jun/10	1479507	2086598	365,45	279,20	791 219	18313600646,17	40,8	16,42
	jul/10	1327981	2539556	365,45	279,20	1 070 020	18313600646,17	43,98	15,20
	ago/10	1008249	2626603	365,45	279,20	1 222 674	18313600646,17	44,45	15,54
	set/10	896834	2773499	365,45	279,20	1 361 157	18313600646,17	48,4	16,17
	out/10	1269480	2251271	365,45	279,20	990 493	18313600646,17	44,19	16,09
	nov/10	1782953	2287765	365,45	279,20	987 376	18313600646,17	41,5	15,57
	dez/10	2697506	2405602	365,45	279,20	1 126 434	18313600646,17	44,98	15,03
2011	jan/11	3019159	1661262	406,39	309,98	525 068	17124240570,28	41,26	14,98
	fev/11	2114474	2240140	406,39	309,98	974 007	17124240570,28	47,91	15,53
	mar/11	2268695	2025500	406,39	309,98	683 250	17124240570,28	47,32	17,19
	abr/11	1836904	1496946	406,39	309,98	388 889	17124240570,28	46,85	17,81
	mai/11	1394521	2708529	406,39	309,98	1 182 364	17124240570,28	49,02	17,58
	jun/11	1238011	2408145	406,39	309,98	1 169 704	17124240570,28	50,64	22,24
	jul/11	1328051	2500411	406,39	309,98	1 222 287	17124240570,28	51,15	18,93
	ago/11	1023669	2740176	406,39	309,98	1 386 034	17124240570,28	53,6	18,08
	set/11	996419	2701691	406,39	309,98	1 340 391	17124240570,28	58,56	17,57

	out/11	1397264	2392936	406,39	309,98	1 215 809	17124240570,28	59,22	15,91
	nov/11	1831329	2096836	406,39	309,98	1 051 549	17124240570,28	49,1	14,32
	dez/11	1624086	2360273	406,39	309,98	1 195 507	17124240570,28	50,66	12,19
2012	jan/12	1111974	2687825	425,03	292,19	1 333 560	17943559404,84	51,95	11,42
	fev/12	1256184	2476591	425,03	292,19	1 265 181	17943559404,84	55,26	13,76
	mar/12	1229336	2186151	425,03	292,19	1 134 336	17943559404,84	49,13	12,58
	abr/12	1493405	1610490	425,03	292,19	773 040	17943559404,84	43,98	10,76
	mai/12	1404081	1778278	425,03	292,19	928 444	17943559404,84	44,52	9,90
	jun/12	1181349	2048143	425,03	292,19	1 120 765	17943559404,84	53,53	10,25
	jul/12	1123319	2448440	425,03	292,19	1 303 233	17943559404,84	50,35	10,44
	ago/12	1009838	2495612	425,03	292,19	1 310 655	17943559404,84	49,34	10,52
	set/12	1070112	2332564	425,03	292,19	1 175 594	17943559404,84	48,49	10,77
	out/12	1232532	2008340	425,03	292,19	982 352	17943559404,84	46,11	10,58
	nov/12	2105499	1866062	425,03	292,19	969 395	17943559404,84	42,39	10,07
	dez/12	1975147	1800131	425,03	292,19	892 967	17943559404,84	42,18	9,04
2013	jan/13	2527739	1961797	445,91	289,35	1 008 238	17229284982,98	48,53	7,10

	fev/13	2371057	1730503	445,91	289,35	880 171	17229284982,98	43,74	6,10
	mar/13	3577155	1222330	445,91	289,35	437 455	17229284982,98	22,82	5,43
	abr/13	3149748	1084756	445,91	289,35	359 419	17229284982,98	16,08	4,97
	mai/13	1953024	1745569	445,91	289,35	939 509	17229284982,98	43,25	4,38
	jun/13	1629343	1793171	445,91	289,35	976 750	17229284982,98	41,7	5,40
	jul/13	1164887	2085394	445,91	289,35	1 105 753	17229284982,98	51,4	5,21
	ago/13	1351778	2048770	445,91	289,35	1 162 411	17229284982,98	48,12	5,40
	set/13	1489716	1874602	445,91	289,35	983 554	17229284982,98	50,68	6,36
	out/13	1779083	1754236	445,91	289,35	911 673	17229284982,98	51,58	6,07
	nov/13	2327556	1659952	445,91	289,35	823 377	17229284982,98	42,1	5,63
	dez/13	2175975	2038269	445,91	289,35	994 669	17229284982,98	62,99	5,89
2014	jan/14	3818087	1420417	472,21	274,33	675 744	17378166696,17	31,47	6,03
	fev/14	3742483	943170	472,21	274,33	297 515	17378166696,17	15,39	8,02
	mar/14	3212282	1302800	472,21	274,33	564 363	17378166696,17	26,2	7,53
	abr/14	2643057	1082884	472,21	274,33	416 917	17378166696,17	26,36	6,25
	mai/14	1843714	1651247	472,21	274,33	852 535	17378166696,17	42,47	6,09

	jun/14	1478553	1915704	472,21	274,33	1 081 153	17378166696,17	51,19	6,55
	jul/14	1342882	2126168	472,21	274,33	1 198 609	17378166696,17	48,27	6,84
	ago/14	1342425	2030983	472,21	274,33	1 160 139	17378166696,17	49,91	7,08
	set/14	1286073	2203145	472,21	274,33	1 213 052	17378166696,17	58,91	6,72
	out/14	1670453	1938294	472,21	274,33	1 122 789	17378166696,17	55,39	6,71
	nov/14	2331544	1873822	472,21	274,33	1 075 212	17378166696,17	46,96	7,50
	dez/14	2361626	1931863	471,85	274,33	1 043 748	17378166696,17	47,69	7,57
2015	jan/15	2103053	2133082	484,17	265,22	1 161 995	21104523204,34	51,82	7,53
	fev/15	2758570	1678177	484,17	265,22	864 485	21104523204,34	42,57	7,77
	mar/15	2412820	1784019	484,17	265,22	991 373	21104523204,34	43,22	7,22
	abr/15	1628069	1873184	484,17	265,22	1 015 734	21104523204,34	45,49	7,50
	mai/15	1920574	1933684	484,17	265,22	1 089 781	21104523204,34	45,18	7,84
	jun/15	1126184	2479600	484,17	265,22	1 364 655	21104523204,34	54,74	7,82
	jul/15	1314282	2663688	484,17	265,22	1 430 132	21104523204,34	59,61	8,08
	ago/15	1212534	2417981	484,17	265,22	1 322 078	21104523204,34	55,59	8,43
	set/15	1191076	2521166	484,17	265,22	1 328 072	21104523204,34	51,92	8,44

	out/15	1917418	2487433	484,17	265,22	1 332 403	21104523204,34	49,89	8,70
	nov/15	1563166	2275837	484,17	265,22	1 224 934	21104523204,34	51,46	8,82
	dez/15	1742808	2210670	484,17	265,22	1 189 854	21104523204,34	52,92	8,59
2016	jan/16	3429296	1821893	508,55	262,24	953 107	21413212132,33	36,39	7,08
	fev/16	3745331	1392056	508,55	262,24	698 793	21413212132,33	27,35	5,31
	mar/16	3041167	1624045	508,55	262,24	809 013	21413212132,33	27,68	5,05
	abr/16	3497401	1127761	508,55	262,24	447 978	21413212132,33	23,5	5,80
	mai/16	3101554	1341585	508,55	262,24	623 832	21413212132,33	24,93	6,07
	jun/16	1820755	2402537	508,55	262,24	1 254 943	21413212132,33	30,28	5,71
	jul/16	1506175	2925684	508,55	262,24	1 508 161	21413212132,33	40,36	4,73
	ago/16	1517435	2811880	508,55	262,24	1 470 275	21413212132,33	41,14	4,77
	set/16	1408608	2818684	508,55	262,24	1 481 510	21413212132,33	43,61	4,38
	out/16	1508869	2526825	508,55	262,24	1 294 629	21413212132,33	52,78	5,76
	nov/16	1874674	2619976	508,55	262,24	1 337 957	21413212132,33	56,25	5,69
	dez/16	1820130	2861724	508,55	262,24	1 500 888	21413212132,33	60,27	5,27
2017	jan/17	2126112	2978065	512,58	249,20	1 532 970	21629498404,83	71,52	5,27

fev/17	2311998	2309770	512,58	249,20	1 146 761	21629498404,83	51,39	5,19
mar/17	2251157	2407520	512,58	249,20	1 148 445	21629498404,83	43,94	5,15
abr/17	1658018	2410843	512,58	249,20	1 243 395	21629498404,83	44,18	4,81
mai/17	1409882	2887377	512,58	249,20	1 499 032	21629498404,83	47,12	4,73
jun/17	1329170	3103736	512,58	249,20	1 542 606	21629498404,83	50,22	5,02
jul/17	1345861	3443280	512,58	249,20	1 663 671	21629498404,83	48,6	5,32
ago/17	1318194	3557566	512,58	249,20	1 728 431	21629498404,83	47,46	5,70
set/17	1254603	3097166	512,58	249,20	1 551 472	21629498404,83	49,16	6,83
out/17	1113311	2733420	512,58	249,20	1 401 504	21629498404,83	56,98	7,31
nov/17	1446001	2900697	512,58	249,20	1 439 700	21629498404,83	59,36	7,62
dez/17	1986186,00	2549867,00	512,58	249,20	1 276 215	21629498404,83	59,49	7,58

Fonte: REN e World Bank

Dados estatísticos para Espanha

Ano	Mês	Produção Mensal [MWh]		Capacidade Instalada Mensal [MW]		Emissões CO2 mensais [ton]	PIB [Milhões]	Preços de Mercado [euro/MWh]	Preços CO2 [€/tonCO ₂]
		Renovável	Não Renovável	Renovável	Não Renovável				
2007	jan/07	4660,25	19063,69	70,42	104,58	9904218,06	96630055121	46,96	-
	fev/07	6117,25	15068,29	70,42	104,58	7806315,50	96630055121	34,94	-
	mar/07	7277,34	15295,20	70,42	104,58	7885782,87	96630055121	30,24	-
	abr/07	4477,84	15680,97	70,42	104,58	8803568,39	96630055121	38,68	-
	mai/07	5728,30	15445,67	70,42	104,58	9107872,02	96630055121	34,43	-
	jun/07	4377,90	16683,49	70,42	104,58	9561796,28	96630055121	40,05	-
	jul/07	4677,17	18259,52	70,42	104,58	10142766,67	96630055121	39,49	-
	ago/07	4520,76	16866,17	70,42	104,58	9499513,71	96630055121	37,21	-
	set/07	3703,21	17766,74	70,42	104,58	9282638,04	96630055121	37,32	-
	out/07	3941,51	17957,42	70,42	104,58	9283641,03	96630055121	40,84	-
	nov/07	4388,99	18702,77	70,42	104,58	9964007,23	96630055121	50,93	-

	dez/07	3927,12	20170,30	70,42	104,58	10448885,92	96630055121	59,18	-
2008	jan/08	4359,25	20014,79	52,17	55,67	9730341,86	91039939709	-	24,53
	fev/08	3303,18	19312,81	52,17	55,67	9266335,36	91039939709	-	23,30
	mar/08	5562,32	17345,88	52,17	55,67	7911449,22	91039939709	-	24,73
	abr/08	6502,63	15489,86	52,17	55,67	7404925,64	91039939709	-	27,36
	mai/08	5517,87	15557,38	52,17	55,67	6644425,84	91039939709	-	28,49
	jun/08	5735,10	15897,16	52,17	55,67	6752148,08	91039939709	-	30,72
	jul/08	4832,46	18809,18	52,17	55,67	8867167,02	91039939709	69,30	30,34
	ago/08	4114,44	18081,73	52,17	55,67	8039311,43	91039939709	71,26	28,00
	set/08	4015,94	17421,09	52,17	55,67	8239776,21	91039939709	73,28	28,17
	out/08	4194,00	17260,80	52,17	55,67	8626529,45	91039939709	68,90	24,43
	nov/08	5663,34	16646,74	52,17	55,67	8424253,53	91039939709	66,23	19,94
	dez/08	6676,80	16878,08	52,17	55,67	8359484,06	91039939709	57,85	17,70
2009	jan/09	6331,58	17717,97	83,83	75,75	8573055,54	92214763097	49,81	14,74
	fev/09	7377,43	13297,23	83,83	75,75	6383989,25	92214763097	40,06	11,12
	mar/09	6715,42	13524,98	83,83	75,75	6710139,18	92214763097	38,68	13,88

	abr/09	6189,24	12672,36	83,83	75,75	5597480,99	92214763097	36,68	15,55
	mai/09	6269,41	12913,20	83,83	75,75	6125179,21	92214763097	36,85	17,24
	jun/09	5385,18	15131,86	83,83	75,75	7165790,73	92214763097	36,76	15,62
	jul/09	5231,22	17475,63	83,83	75,75	8380944,53	92214763097	35,01	16,20
	ago/09	4690,65	16978,91	83,83	75,75	6761060,10	92214763097	35,31	16,88
	set/09	4300,25	16044,06	83,83	75,75	7333671,03	92214763097	35,83	15,98
	out/09	5271,05	15095,49	83,83	75,75	7404676,80	92214763097	34,71	15,86
	nov/09	7495,68	13037,05	83,83	75,75	5988778,45	92214763097	32,61	15,06
	dez/09	8701,64	13609,75	83,83	75,75	6127320,50	92214763097	31,20	15,13
2010	jan/10	10034,19	13386,05	71,17	60,75	5720678,18	96280322831	41,72	14,46
	fev/10	9267,32	12378,09	71,17	60,75	5011284,09	96280322831	38,05	14,13
	mar/10	11154,24	11395,15	71,17	60,75	4329447,23	96280322831	30,51	14,15
	abr/10	8291,77	11268,86	71,17	60,75	4177548,12	96280322831	35,10	15,58
	mai/10	8599,34	11244,50	71,17	60,75	4488905,48	96280322831	43,79	16,48
	jun/10	7216,72	12951,66	71,17	60,75	5342388,30	96280322831	46,88	16,42
	jul/10	6911,04	16233,80	71,17	60,75	7013187,26	96280322831	50,87	15,20

	ago/10	6104,35	15613,50	71,17	60,75	6830754,43	96280322831	50,40	15,54
	set/10	4868,11	15806,58	71,17	60,75	7238633,60	96280322831	53,98	16,17
	out/10	6473,36	14253,82	71,17	60,75	5935706,21	96280322831	51,00	16,09
	nov/10	7664,96	13762,41	71,17	60,75	5661184,18	96280322831	50,53	15,57
	dez/10	9240,47	13389,71	71,17	60,75	5893555,11	96280322831	56,75	15,03
2011	jan/11	9918,27	13236,85	114,50	62,42	5839292,96	90786864144	53,74	14,98
	fev/11	7991,50	12569,04	114,50	62,42	5900851,83	90786864144	58,21	15,53
	mar/11	9606,07	12605,07	114,50	62,42	6270990,82	90786864144	56,05	17,19
	abr/11	8123,46	10887,39	114,50	62,42	5213022,31	90786864144	53,99	17,81
	mai/11	7251,16	11931,54	114,50	62,42	6297566,91	90786864144	56,69	17,58
	jun/11	6452,80	13502,13	114,50	62,42	6311930,86	90786864144	58,82	22,24
	jul/11	6498,58	14869,99	114,50	62,42	7677769,10	90786864144	60,80	18,93
	ago/11	5727,79	15454,13	114,50	62,42	7502304,64	90786864144	62,06	18,08
	set/11	4933,37	15491,73	114,50	62,42	8117189,06	90786864144	68,45	17,57
	out/11	5622,64	13858,89	114,50	62,42	7450827,45	90786864144	68,94	15,91
	nov/11	6825,13	13048,38	114,50	62,42	6855222,13	90786864144	61,64	14,32

	dez/11	7716,29	13350,61	114,50	62,42	6855659,03	90786864144	63,62	12,19
2012	jan/12	6312,12	16019,10	125,25	82,33	8576857,58	96221473268	63,85	11,42
	fev/12	7502,63	15687,20	125,25	82,33	8440244,32	96221473268	66,22	13,76
	mar/12	6553,10	14329,53	125,25	82,33	7412659,33	96221473268	59,23	12,58
	abr/12	8278,35	11229,47	125,25	82,33	5137156,89	96221473268	53,41	10,76
	mai/12	7847,05	11939,40	125,25	82,33	6478263,83	96221473268	53,71	9,90
	jun/12	7260,68	12976,78	125,25	82,33	7942238,14	96221473268	63,72	10,25
	jul/12	6585,57	14546,66	125,25	82,33	7782092,52	96221473268	61,29	10,44
	ago/12	6229,61	15297,45	125,25	82,33	7844332,14	96221473268	58,84	10,52
	set/12	6396,15	13400,36	125,25	82,33	6718864,85	96221473268	58,32	10,77
	out/12	5797,14	14057,53	125,25	82,33	7096685,20	96221473268	59,76	10,58
	nov/12	7500,86	12176,69	125,25	82,33	6744353,13	96221473268	57,06	10,07
	dez/12	9075,45	12084,70	125,25	82,33	6437983,16	96221473268	57,79	9,04
2013	jan/13	10308,87	11437,55	99,75	74,42	5712855,17	91853375844	65,50	7,10
	fev/13	10036,41	10066,39	99,75	74,42	4841473,74	91853375844	59,06	6,10
	mar/13	11444,21	9386,16	99,75	74,42	3694334,75	91853375844	41,58	5,43

	abr/13	11269,75	7761,52	99,75	74,42	3146208,27	91853375844	32,30	4,97
	mai/13	9563,03	8728,89	99,75	74,42	4324957,17	91853375844	54,62	4,38
	jun/13	9037,97	9314,17	99,75	74,42	4678973,43	91853375844	53,35	5,40
	jul/13	7761,52	13882,39	99,75	74,42	7771749,53	91853375844	62,43	5,21
	ago/13	7573,31	13079,30	99,75	74,42	6823723,47	91853375844	57,66	5,40
	set/13	6715,86	12696,39	99,75	74,42	7007679,15	91853375844	61,32	6,36
	out/13	7196,32	12138,79	99,75	74,42	6624252,28	91853375844	65,08	6,07
	nov/13	10391,35	9776,54	99,75	74,42	4926443,40	91853375844	56,13	5,63
	dez/13	8459,08	12714,41	99,75	74,42	7303984,36	91853375844	81,67	5,89
2014	jan/14	11719,91	9619,67	105,67	62,50	4445424,80	93094121466	50,51	6,03
	fev/14	12548,29	7985,20	105,67	62,50	2676551,26	93094121466	33,33	8,02
	mar/14	11848,93	8999,34	105,67	62,50	3070156,75	93094121466	40,32	7,53
	abr/14	10510,17	8764,80	105,67	62,50	3034439,12	93094121466	40,49	6,25
	mai/14	9049,83	10167,01	105,67	62,50	5140186,18	93094121466	53,20	6,09
	jun/14	7776,18	11382,61	105,67	62,50	7089091,48	93094121466	61,62	6,55
	jul/14	8159,91	12732,19	105,67	62,50	7562732,82	93094121466	59,52	6,84

	ago/14	7114,87	12727,87	105,67	62,50	7353988,71	93094121466	59,60	7,08
	set/14	5421,09	14416,23	105,67	62,50	8194104,50	93094121466	70,20	6,72
	out/14	6333,49	12924,64	105,67	62,50	6659503,07	93094121466	68,31	6,71
	nov/14	8369,35	10692,65	105,67	62,50	5248976,31	93094121466	60,20	7,50
	dez/14	9023,96	12053,67	105,67	62,50	6248042,96	93094121466	61,79	7,57
2015	jan/15	8571,09	13659,03	65,08	102,75	7132848,29	1,14844E+11	67,08	7,53
	fev/15	10541,90	10539,04	65,08	102,75	4909074,29	1,14844E+11	58,75	7,77
	mar/15	10228,68	10681,12	65,08	102,75	4646048,73	1,14844E+11	56,73	7,22
	abr/15	7995,08	10439,25	65,08	102,75	4881009,04	1,14844E+11	59,52	7,50
	mai/15	9767,25	9163,25	65,08	102,75	4845785,13	1,14844E+11	58,06	7,84
	jun/15	7386,28	12076,73	65,08	102,75	7379531,29	1,14844E+11	67,01	7,82
	jul/15	7380,89	15533,74	65,08	102,75	8791552,63	1,14844E+11	72,53	8,08
	ago/15	6760,32	13849,00	65,08	102,75	7548389,80	1,14844E+11	65,16	8,43
	set/15	6213,94	12681,04	65,08	102,75	6828258,19	1,14844E+11	61,06	8,44
	out/15	6668,37	11784,14	65,08	102,75	6540123,20	1,14844E+11	60,30	8,70
	nov/15	6756,28	11844,22	65,08	102,75	6696040,31	1,14844E+11	62,06	8,82

	dez/15	5818,04	13434,18	65,08	102,75	6999013,18	1,14844E+11	63,58	8,59
2016	jan/16	9828,54	10513,53	134,25	107,42	4769378,14	1,18421E+11	47,42	7,08
	fev/16	11092,33	8410,32	134,25	107,42	3672959,19	1,18421E+11	38,12	5,31
	mar/16	11231,34	9523,07	134,25	107,42	3659285,27	1,18421E+11	37,69	5,05
	abr/16	11066,52	8473,23	134,25	107,42	2818602,32	1,18421E+11	33,42	5,80
	mai/16	10657,38	7681,50	134,25	107,42	3141446,19	1,18421E+11	35,56	6,07
	jun/16	8324,24	9913,11	134,25	107,42	4317673,30	1,18421E+11	46,70	5,71
	jul/16	7927,95	12442,18	134,25	107,42	6181049,55	1,18421E+11	48,18	4,73
	ago/16	7804,02	11849,75	134,25	107,42	5787600,67	1,18421E+11	48,11	4,77
	set/16	6114,07	12662,27	134,25	107,42	6652546,23	1,18421E+11	51,11	4,38
	out/16	5271,88	13918,43	134,25	107,42	7108542,49	1,18421E+11	61,21	5,76
	nov/16	6352,05	12900,29	134,25	107,42	7221321,04	1,18421E+11	63,87	5,69
	dez/16	5418,84	13943,24	134,25	107,42	7777220,95	1,18421E+11	68,96	5,27
2017	jan/17	7879,82	14747,09	127,00	69,42	7846375,85	1,20051E+11	81,62	5,27
	fev/17	7774,08	10811,14	127,00	69,42	5357308,92	1,20051E+11	61,23	5,19
	mar/17	8826,34	9701,64	127,00	69,42	3964341,71	1,20051E+11	51,65	5,15

abr/17	7761,46	9230,81	127,00	69,42	3930355,22	1,20051E+11	52,14	4,81
mai/17	7228,47	10488,36	127,00	69,42	5728372,64	1,20051E+11	54,25	4,73
jun/17	6859,96	12683,79	127,00	69,42	7069577,34	1,20051E+11	56,93	5,02
jul/17	6730,72	13451,63	127,00	69,42	7129835,79	1,20051E+11	55,93	5,32
ago/17	6337,17	12871,05	127,00	69,42	5998917,70	1,20051E+11	54,69	5,70
set/17	5793,60	11948,98	127,00	69,42	5661819,53	1,20051E+11	56,28	6,83
out/17	5454,18	13304,70	127,00	69,42	6987251,76	1,20051E+11	64,83	7,31
nov/17	5961,55	14070,18	127,00	69,42	7900549,94	1,20051E+11	66,82	7,62
dez/17	8001,31	13567,02	127,00	69,42	6888721,89	1,20051E+11	67,32	7,58

Fontes: REE, OMIE e World Bank.

