



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Ciências Sociais e Humanas

# Políticas Públicas de Incentivo à Produção de Energia Renovável

Alexandra Marlene Fonseca Silva

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Economia**  
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor António Manuel Cardoso Marques  
Co-orientador: Prof. Doutor José Alberto Serra Ferreira Rodrigues Fuinhas

Covilhã, 2012



# Agradecimentos

A realização desta dissertação de mestrado só se tornou possível devido à contribuição direta e indireta de um conjunto de pessoas, às quais pretendo expressar o meu sentimento de gratidão. Assim, quero expressar os meus agradecimentos à minha família em geral e, em particular, a minha mãe, ao meu pai, que infelizmente já não está fisicamente presente, mas sei que esteve sempre do meu lado, e à minha irmã, por sempre me apoiarem, por acreditarem em mim, nas minhas capacidades e por me terem ajudado a alcançar os meus objetivos. Agradeço, também, de forma muito especial ao meu namorado, por toda a paciência, apoio, tempo dispensado e ânimo que me transmitiu.

Uma nota de agradecimento ao Professor Doutor António Manuel Cardoso Marques e ao Professor Doutor José Alberto Serra Ferreira Rodrigues Fuinhas, docentes de Economia na Universidade da Beira Interior pelo acompanhamento.

E para que não me esqueça de ninguém, um muito obrigada a todos os meus amigos, colegas, professores e família que direta ou indiretamente me acompanharam nesta etapa da minha vida e que foram importantes no meu crescimento pessoal e intelectual.



## Resumo

O objetivo principal deste trabalho é avaliar se as medidas/políticas públicas de incentivo às Energias Renováveis são um fator importante na geração de Eletricidade por fontes de Energia Renovável. Este trabalho demonstra teórica e testa empiricamente se as políticas públicas ou a sua agregação são um fator importante no desenvolvimento de Energias Renováveis. A Eletricidade gerada por fontes de Energia Renovável é estudada, através da análise de um painel de 21 países da União Europeia durante um período temporal de 1990 a 2009. A análise empírica foi estimada usando efeitos fixos e efeitos aleatórios. Reforça-se o estudo empírico de Marques e Fuinhas (2012) e realça-se o facto de a categoria dos *Incentivos/Subsídios* ser a categoria que melhor contribui para a implementação sustentada da Energia Renovável, mais precisamente o instrumento de Tarifas *Feed-in*.

## Palavras-chave

Políticas Públicas; Energia Renovável; Eletricidade Renovável.



# Abstract

The main goal of this work is to evaluate if the public measures/politics of incitement for renewable energies are an important factor in the production of electricity by sources of Renewable Energy. This work shows, theoretically and empirically, that the public politics or their association is an important factor in the development of these Renewable Energies. Electricity produced by sources of Renewable Energy is studied through the analysis of a panel of 21 countries of the “European Union” in a temporal period from 1990 to 2009. The empirical analysis was estimated using fixed effects and random effects. The empirical study of Marques and Fuinhas (2012) reinforces and emphasizes the fact that the category that better contributes to a sustainable implementation of Renewable Energy is the category of incentives/subsidies, more precisely; the instrument of Feed-in Tariffs.

# Keywords

Public Politics; Renewable Energy and Renewable Electricity.



# Índice

1.Introdução .....	1
2. Revisão de Literatura .....	3
2.1.Discussão das Políticas Públicas.....	6
3.Dados e Metodologia .....	9
3.1.Dados .....	9
3.2.Metodologia.....	12
4.Resultados .....	13
5.Discussão.....	16
6.Conclusão .....	18
7. Referências Bibliográficas.....	20

# Lista de Tabelas

**Tabela 1-** Variáveis, fonte e estatísticas descritivas.

**Tabela 2-** Matriz de Correlação e o fator de Inflação da Variância.

**Tabela 3-** Apresentação dos Resultados

**Tabela A.1-** Resultados com Medidas/Políticas utilizadas em separado



# Lista de Acrónimos

**UE-** União Europeia

**PPAR-** Políticas Públicas de Apoio às Renováveis

**FE-** Efeitos Fixos

**RE-** Efeitos Aleatórios

**OLS-** Mínimos Quadrados Ordinários

**VIF-** fator de Inflação da Variância

**LM-** Multiplicador de Lagrange

**TWH-** Terawatt Hora

**GWH-** Gigawatt Hora

**EE-** Categoria de Educação e Extensão

**IFIN-** Categoria dos Incentivos Financeiros

**IS-** Categoria dos Incentivos/Subsídios

**IR-** Categoria dos Instrumentos Regulamentares

**IP-** Categoria dos Investimentos Público

**ID-** Categoria de Investigação e Desenvolvimento

**LN-** Categoria de Licenças Negociáveis

**PP-** Categoria dos Processos Políticos

**AV-** Categoria dos Acordos Voluntários

**EM-** Estado-Membro



# 1.Introdução

No seio da União Europeia, bem como a escala global, tem-se assistido ao importantíssimo debate sobre o aumento da quota das Energias Renováveis. Preocupações crescentes sobre as alterações climáticas resultantes da produção de combustíveis fósseis, particularmente da geração de eletricidade e o rápido aumento do seu consumo, levaram à discussão sobre o uso de fontes de Energia Renovável que, por consequência, se tornou numa preocupação política, em curso, nos países de toda a Europa. Desta forma, fontes de Energia Renovável têm recebido apoio crescente das autoridades públicas por causa das vantagens ambientais que fornecem em comparação com fontes convencionais.

A Eletricidade gerada a partir de fontes de Energia Renovável na União Europeia tem aumentado significativamente nos últimos anos. Para a Europa, a Comissão Europeia estabeleceu metas que se destinam a promover o cumprimento dos acordos internacionais sobre gases de efeito de estufa, reduções de emissões, oportunidades de emprego e o desenvolvimento regional. São exemplo destes acordos internacionais as Diretivas implementadas na União Europeia com o objetivo de promoção de fontes de Energia Renovável, a Diretiva 2001/77/EC e as Diretivas 2009/28/EC que surgiram em subsequência às Diretivas 2009/77/EC e 2003/30/EC. No entanto, uma série de barreiras têm de ser ultrapassadas. As estratégias de promoção têm de ser implementadas nas fontes de Energia Renovável (Haas *et al.*, 2011), sendo que os principais obstáculos a um maior desenvolvimento de Eletricidade a partir de fontes de Energia Renovável devem-se a questões de natureza administrativa, financeira e de natureza social, bem como à incapacidade de tratamento da rede de eletricidade por parte das autoridades nacionais (Ragwitz *et al.*, 2007).

Atualmente, existe uma vasta gama de estratégias aplicadas em diferentes países, o que tem levado à discussão sobre os instrumentos mais eficazes e eficientes para aumentar a promoção de fontes de Energia Renovável, sendo que para muitos países da União Europeia, as Tarifas *Feed-in* são apontadas como o instrumento mais eficaz e eficiente (Muñoz *et al.*, 2007). Os principais fatores para as escolhas são, normalmente, objetivos nacionais e especificados em relação à Energia Renovável.

As medidas/políticas de apoio e incentivo às fontes de Energia Renovável estão divididas em categorias. A título de exemplo veja-se as de *Educação e Extensão (EE)* que visam aumentar a perceção e a consciencialização sobre o uso de energia relacionado com determinados produtos e as emissões daí resultantes. As medidas/políticas de *Incentivos Financeiros (IFIN)* também são comuns, normalmente, para a compra e o uso de determinados bens e serviços. Contudo, as medidas/políticas mais usuais de promoção das fontes de Energia Renovável estão incluídas na categoria dos *Incentivos/Subsídios (IS)*, como é exemplo as Tarifas *Feed-in*, cada vez mais reconhecidas como o tipo de política mais eficiente na promoção das Energias Renováveis. Também existem medidas baseadas no mercado, tais

como as políticas de quotas, que estabelecem um percentual mínimo em toda a energia, comprada pelas concessionárias de energia, que seja proveniente de fontes de Energia Renovável. Em acréscimo existe um sistema de energia conhecido como obrigações de Energia Renovável. Estas medidas pertencem, assim, à categoria de *Instrumentos Regulamentares (IR)*. Por outro lado, existem políticas que procuram definir estratégias e programas para promover as fontes de Energia Renovável de um país ou de um conjunto de países. A forma de controlar estas medidas é através de *Processos Políticos (PP)* e de *Investimento Público (IP)*. A categoria *Investigação e Desenvolvimento (ID)* inclui medidas que permitem promover a pesquisa tecnológica, a fim de permitir o uso de Energias Renováveis para se desenvolver. A categoria *Licenças Negociáveis (LN)* insere medidas de política em sistemas que permitem que as emissões de gases de efeito de estufa possam ser controladas, incentivo à poupança de energia e incentivo à geração de Energia Verde. Por fim, a categoria do *Acordo Voluntário (AV)* que incorpora medidas feitas de forma voluntária pelos Governos.

Para alguns autores a utilização das Energias Renováveis tem diversas vantagens não só para os países que as produzem/utilizam, como também para a sociedade em si, nomeadamente a diminuição do uso dos recursos fósseis (Lesser e Su, 2008). Por sua vez, estas também trazem algumas desvantagens, como a sua implementação e manutenção, em comparação com tecnologias convencionais (Ciarreta *et al.*, 2011). Daí cada vez mais os países devem ter uma preocupação crescente na abordagem de políticas reguladoras para promover tecnologias de Energia Renovável.

Como últimas reflexões a esta introdução, falta ainda referir que o objetivo deste trabalho é contribuir para a literatura da especialidade mostrando a forma como as políticas públicas têm incentivado o desenvolvimento das Energias Renováveis, tendo em conta a seguinte questão de investigação 1) Poderá as políticas públicas ser um fator importante na geração de Eletricidade Renovável? A esta questão central se relacionam outras que pretendemos ver analisadas: Por que motivo as Energias Renováveis necessitam de incentivos? Quais são as políticas públicas que incentivam a Energia Renovável e de que forma o fazem? E que vantagens/desvantagens daí decorrem?

O trabalho está organizado da seguinte forma: a secção 2 subdividida em dois tópicos importantes onde é feita uma breve análise acerca das políticas públicas de incentivo à Eletricidade gerada pelas Renováveis no âmbito da literatura existente e, depois, uma breve síntese das políticas públicas nos 21 países da União Europeia. A secção 3 consiste na apresentação dos dados e da metodologia utilizada. Na secção 4, apresentamos os resultados. Na secção 5, apresentamos a discussão dos resultados. Para finalizar, na secção 6, terminamos com a conclusão do estudo.

## 2. Revisão de Literatura

Devido às diferenças existentes entre os diversos EM, cada Estado deverá estabelecer regras claras para as condições de enquadramento dos diferentes regimes de promoção de fontes de Energia Renovável, como apontado por Ragwitz *et al.*, (2007). No contexto da União Europeia (27 países) os EM podem promover tecnologias melhorando a sua auto-suficiência e, portanto, o seu mix de energia ideal. A Agência Internacional de Energia (2009), afirma que o crescimento das Energias Renováveis se deve a um apoio político forte, devendo, por isso, constituir-se numa preocupação política partilhada por todos os Estados, os autores Cansino *et al.*, 2010 estão de acordo com esta afirmação.

As políticas e as medidas atualmente existentes no mercado Europeu da Energia Renovável têm sido principalmente orientadas para a promoção de Eletricidade Renovável. No entanto, é necessário ter em consideração a eficácia e a eficiência dos instrumentos de apoio a fontes de Energia Renovável. A eficácia de um instrumento de apoio a fontes de Energia Renovável é entendida como o aumento na geração de eletricidade normalizado, devido a uma quantidade de referência adequada, que pode ser o consumo bruto de eletricidade. Para além disto, um instrumento de apoio deve ser eficiente no que diz respeito a minimizar os custos de transferência para a sociedade ao longo do tempo. Esses instrumentos devem dar incentivo aos investidores para selecionar as tecnologias, tamanhos e locais para que os custos de geração possam ser minimizados, por isso, um instrumento de política pública deve permanecer ativo por um período de tempo suficientemente longo, para fornecer horizontes de planeamento estáveis. Todavia, os investidores enfrentam incertezas sobre o lucro esperado de investimentos em Energia Renovável, provenientes de diferentes fatores de risco: político, tecnológico e de mercado. Um aspeto importante ao otimizar os regimes de apoio futuros para a geração de Eletricidade Renovável é desenvolver uma compreensão da redução do risco do ponto de vista do investidor.

Um critério essencial para alcançar um futuro melhor na implementação de fontes de Energia Renovável, de uma forma eficaz e eficiente, além da continuidade e estabilidade a longo prazo de uma política implementada, é a especificação de tecnologia de apoio necessário. Em alguns países, como a Espanha, por exemplo, a escolha dos instrumentos para a promoção de Energias Renováveis é baseada na eficiência, tal como enunciado Ciarreta *et al.*, (2011). A concorrência entre diferentes tecnologias gera uma contribuição ideal de sistemas em função do custo marginal de geração (e.g. Ciarreta *et al.*, 2011).

Ao longo dos vários anos acordos têm sido realizados, como é exemplo a retificação do Protocolo de Quioto e as orientações definidas no âmbito da União Europeia, estas levaram à criação de metas para o uso de Energias Renováveis. Vários tipos de políticas de apoio às Renováveis têm sido implementadas na União Europeia de forma a se cumprirem as metas estabelecidas (Diretivas 2001/77/EC e 2009/28/EC). Na Literatura, políticas de promoção de Energia Renovável são também conhecidas como políticas de abertura de mercado ou

políticas orientadas para o mercado (Menanteau *et al.*, 2003). Quase toda a literatura teórica e qualitativa demonstra que as políticas públicas de apoio a fontes de Energia Renovável são um dos principais impulsionadores destas. Porém, a escassa literatura empírica não parece estar completamente de acordo com esta razão. Sobre este assunto, Johnstone *et al.*, (2010) usaram um painel com modelos de efeitos fixos, trabalhando sobre o número de patentes por área tecnológica de Energia Renovável e não no fornecimento total de Energia, observaram que os níveis de Tarifas *Feed-in* têm diferenças significativas: o que é positivo para a Energia Solar é negativo para a Energia Eólica. Por sua vez, Popp *et al.*, (2011) reconhecem a relevância da presença de correlação contemporânea nos dados usando o estimador de mínimos quadrados generalizado. Tarifas *Feed-in* nem sempre são significantes e as outras políticas não são significantes, ao longo dos seus modelos.

Existe uma grande unanimidade na literatura sobre a necessidade de intervenção pública para promover o uso de Energia Renovável. Os instrumentos de política pública utilizada para promover as Energias Renováveis devem necessariamente equilibrar diversos objetivos, incluindo quatro argumentos principais. Inicialmente, a produção de energia a partir de combustíveis fósseis é bastante prejudicial em termos de emissões de gases de efeito de estufa e, conseqüentemente, para a sociedade. De facto, as Energias Renováveis são fontes de energia limpa, o que impulsiona um ambiente mais sustentável. Em segundo lugar, a existência de uma tecnologia de fonte de energia limpa merece de facto uma especial atenção por parte dos Governos de cada país. A fase inicial de implementação de fontes de Energia Renovável implica grandes quantidades de investimento que beneficiam de um baixo grau de incerteza sobre o seu retorno, como apontado por Jäger-Waldau (2007). Em terceiro lugar, a dependência energética também é uma preocupação constante, daí a importância na produção de Energia Renovável, com uma menor exposição e volatilidade dos preços dos combustíveis. E, por fim, em quarto lugar, o cumprimento de acordos internacionais tais como o Protocolo de Quioto ou acordos a nível da União Europeia, UE Diretivas (Diretivas 2001/77/EC e 2009/28/EC).

Uma das desvantagens da exploração de Energia Renovável é a incapacidade de produzir energia continuamente. Porém, existem múltiplos fatores positivos que encorajam a produção de Energia Renovável, como por exemplo, a criação de postos de trabalho nomeadamente pela utilização das Energia Eólica e Fotovoltaica, chamado de processo de micro-geração, tornando assim a economia como um todo mais dinâmico, como observa Río Pablo e Gual (2007), Moreno *et al.*, (2009), Blanco e Rodrigues (2009) e Michaels e Murphy (2009). As políticas públicas de apoio as Renováveis poderia, simultaneamente, contribuir para uma maior dependência fóssil. Frondel *et al.*, (2010) consideram que dado ao custo associado à substancial promoção Alemã de tecnologias Renováveis seria de se esperar impactos positivos no meio ambiente e de prosperidade económica.

Outro ponto importante que leva à escolha da melhor política pública de apoio às Renováveis é o nível de maturidade dos mercados de Energia Renovável, distinguindo-se os mercados desenvolvidos dos que estão em desenvolvimento. A longo prazo, a Eletricidade

Renovável deve ser uma indústria madura, sem necessidade de apoio específico acima do previsto, tal como apontado por Muñoz *et al.*, (2007). A eliminação das barreiras nos mercados desenvolvidos é defendida por Liao *et al.*, (2011), através da exclusão de todos os subsídios/incentivos, tanto para os combustíveis fósseis, como para combustíveis Renováveis, propondo posteriormente a introdução de taxas para produtos de origem fóssil, por causar a emissão de gases prejudiciais que provocam o efeito de estufa. Para Ragwitz *et al.*, (2007) a principal barreira no desenvolvimento de fontes de Energia Renovável tem mais a ver com infra-estruturas do que com a Economia, no entanto, também são apontadas as barreiras administrativas, pois podem ter um impacto significativo sobre o sucesso de um instrumento e prejudicar a eficácia da técnica de sistemas políticos muito poderosos. A segurança do investimento elevado em conjunto com baixas barreiras administrativas e regulamentares, em alguns países da União Europeia, estimularam um crescimento forte e contínuo ao longo da última década, nomeadamente da Energia Eólica. Quando nos referimos ao impacto das medidas políticas que promovem a utilização de fontes de Energia Renovável referir-nos na literatura teórica aos autores: Menanteau *et al.*, (2003); Liao *et al.*, (2011) e na literatura qualitativa aos autores: Wustenhagen *et al.*, (2006); Gan *et al.*, (2007); West *et al.*, (2010); e Patlitzianas *et al.*, (2011). Apesar de existir uma escassa avaliação empírica os autores Carley (2009); Johnstone *et al.*, (2010); Marques *et al.*, (2010) e Marques e Fuinhas (2012), realizaram investigação nesta área.

As políticas públicas deveriam ser aplicadas de forma semelhante em todos os EM, pois resultam de compromissos internacionais, portanto espera-se a uniformidade dessas políticas, o que pode causar erros contemporaneamente correlacionados quando é utilizado o estimador de dados em painel. Popp *et al.*, (2007) assumem a presença dessa correlação contemporânea e utilizam então o estimador dos mínimos quadros generalizados. Os autores encontram fraca evidência empírica da contribuição das políticas públicas para patentear as Energias Renováveis. Ragwitz *et al.*, (2007) proporcionam uma discussão ampla e complexa sobre os instrumentos de apoio no mercado europeu da eletricidade. Os investidores em geral mostram preferência pelos sistemas de tarifas. As Tarifas *Feed-in* têm um preço fixo garantido para vender Energia Renovável por um determinado período de tempo, o que permite aos investidores estabilidade a longo prazo e remuneração atraente para os seus investimentos. Até agora, este modelo provou ser mais convincente para estimular uma maior participação no desenvolvimento das Energias Renováveis, enquanto fornece uma estrutura política mais propícia para alavancar grandes quantidades de capital para o desenvolvimento das mesmas, como conclui Couture e Gagnon (2010). Um compromisso do Governo é apontado como o elemento mais crítico na transformação do mercado das Energias Renováveis, uma política enquadrada em torno de objetivos e metas específicos é mais provável de alcançar resultados para um maior desenvolvimento das Energias Renováveis. Desenvolvimento da Eletricidade Renovável tem tomado diferentes caminhos entre os países apoiados por quadros políticos diferentes, como defende Lipp (2007). Uma maior implementação de Energia Renovável poderia até mesmo reduzir os preços da eletricidade final porque as Energias

Renováveis têm menores custos variáveis do que combustíveis fósseis convencionais de eletricidade, tal como apontado por Jensen e Skytte (2003).

A literatura empírica indica necessidade de vários fatores para explicar o uso de Energias Renováveis, a pressão exercida pelas fontes de Energia convencional é então um dos fatores determinantes no uso de Energia Renovável tal como apontado por Sovacool (2009). A facilidade de armazenamento de fontes convencionais, a capacidade já instalada, os custos e os interesses políticos explicam o que impede a implementação das Energias Renováveis, como menciona, Huang *et al.*, (2007).

## 2.1. Discussão das Políticas Públicas

Seguindo de perto o trabalho dos autores Ragwitz *et al.*, 2007, vamos analisar as políticas/medidas implementadas para a promoção da Eletricidade Renovável. Atualmente, no mercado Europeu as medidas/políticas implementadas têm sido orientadas para a promoção da Eletricidade Renovável. A escolha dos instrumentos de promoção cabe a cada país, que depende, normalmente, de objetivos nacionais específicos definidos para a produção de Eletricidade Renovável. A aposta destas medidas/políticas pretendem atingir metas ambientais, a segurança no abastecimento e a criação de empregos através de desenvolvimento de indústrias para as Energias Renováveis.

Na maioria dos países Europeus, o principal instrumento para a promoção de Eletricidade a partir de fontes Renováveis é o sistema de Tarifas *Feed-in*. Este sistema tem desenvolvido grandes quantidades de Energia Eólica, Biomassa e Energia Solar na Alemanha, Dinamarca, Espanha, Luxemburgo, Países Baixos, Eslováquia e Estónia. A maior vantagem destes sistemas é a certeza de longo prazo, o que reduz consideravelmente os riscos de investimento. Alguns Países adotam as Tarifas *Feed-in* combinadas com incentivos de investimento como Portugal, Grécia e Áustria, embora este seja um incentivo de investimento regional. No entanto, as Tarifas *Feed-in* não são só combinadas com incentivos de investimento, podem também ser conciliadas com compra de obrigação e doações como é o exemplo da Hungria.

Outro sistema de apoio à promoção de Eletricidade Renovável é o sistema de obrigações de quotas, onde a parte mínima de fontes de Energia Renovável são impostas aos consumidores, fornecedores ou produtores. Normalmente este sistema é combinado com certificados verdes transacionáveis. Obrigações de quotas são atualmente, usadas pela Bélgica, Itália, Polónia, Suécia e Reino Unido. As obrigações de quotas quando combinadas com certificados verdes transacionáveis são muitas das vezes consideradas o instrumento que melhor corresponde à exigência do mercado, fornecendo um incentivo a curto prazo para a redução de custos da tecnologia. As desvantagens percebidas incluem a falta de experiência com o sistema e os mercados de certificados verdes transacionáveis, tornando os investidores receosos. Outros pontos, apontados como desvantagem é a complexidade de alguns sistemas existentes e os riscos de apoiar apenas tecnologias de baixo custo.

Um outro instrumento de promoção às Energias Renováveis consiste em incentivos fiscais (Finlândia e a Eslováquia) e a isenção de impostos de Co<sub>2</sub> (Eslovénia) ou de impostos sobre a Energia. Na Eslováquia a isenção só é concedida se a Eletricidade Verde for gerada utilizando tecnologias específicas. Estes incentivos são uma dedução do lucro tributável, que é calculado para uma percentagem do custo do investimento no sistema, tal como enunciado por Cansino *et al.*, (2010). Na Finlândia o subsídio é pago quando o volume de eletricidade é inferior a 100 MWH. O consumo de Eletricidade a partir de fontes de Energia Renovável também é tributável, não obstante a todos os produtores de Eletricidade Renovável de terem direito a um subsídio por leis estatutárias, a fim de compensar o imposto que se deve pagar anualmente aos produtores de Eletricidade, que normalmente é transferido para o consumidor (Cansino *et al.*, 2010). O subsídio é utilizado com o intuito de baixar os preços das Energias Renováveis. Estes incentivos têm a vantagem de transmitir ao consumidor final de energia o valor acrescentado das Energias Renováveis. Por outro lado, apresentam, tal como outro instrumento, desvantagens, neste caso trata-se de não garantir segurança sobre os investimentos a longo prazo, aumentando assim o risco dos investidores.

Os concursos que têm sido utilizados pelo Reino Unido, na Irlanda e na França também são um instrumento, que foi substituído por um sistema de imposição de quotas no Reino Unido, desde 2002, e por um prémio de Tarifas *Feed-in* na Irlanda a partir de 2006, garantindo tarifas de prémios aos fornecedores de eletricidade por um período de 15 anos. O número total de projetos realmente implementados no Reino Unido e na Irlanda foi muito baixo, resultando em uma penetração muito menor do que era previsto inicialmente, o que pode ter sido causado por barreiras administrativas.

É impossível destacar um instrumento específico como sendo o melhor instrumento de apoio possível em todos os mercados e em todas as circunstâncias, dado à diversidade de instrumentos de apoio aplicados na União Europeia. O projeto específico ou a aplicação do instrumento, em vez do tipo selecionado, é a chave para o sucesso do desenvolvimento das Energias Renováveis. Existem, contudo, questões que não são claras para o instrumento de apoio, tais como as barreiras administrativas, o que pode prejudicar bastante o desenvolvimento de uma tecnologia específica Renovável num determinado país.

Para desenvolver a promoção de fontes de Energias Renováveis disponíveis no país, um instrumento de apoio único não será suficiente, daí que os investimentos nas Renováveis têm sido realizados através de uma combinação de medidas de apoio. Além dos mais conhecidos instrumentos de promoção de Energia Renovável, como o sistema de Tarifas *Feed-in* e as quotas de obrigação com base em certificados verdes transacionáveis, existem outros instrumentos como os incentivos fiscais e subsídios de capital que também contribuiram para o desenvolvimento de Eletricidade gerada por fontes de Energia Renovável na União Europeia. Contudo, um fundo de políticas de longo prazo e a fixação de metas foram os fatores mais importantes para estimular e criar um clima de investimento estável para tecnologias de Energias Renováveis.

O sistema alemão é observado como um exemplo a ter em conta pelo seu sucesso na obtenção de grandes quantidades de Energia Renovável no mercado Europeu. A combinação de um *Feed-in* apropriado e subsídios para investimentos tiveram um papel importante aqui, mas o fator de sucesso tem sido sempre a definição clara e de longo prazo institucional, proporcionando segurança para o investidor.

Uma estratégia recente é o acordo de *leasing* para parques eólicos *offshore* no Reino Unido. Com esta estratégia é esperado acelerar a implementação da Energia Eólica *offshore* no Reino Unido, nos próximos anos, de forma a cumprir a meta de 20% de Eletricidade Renovável em 2020. A partir deste ponto, os autores Ragwitz *et al.*, (2007) realizaram um inquérito sobre as vantagens e desvantagens dos regimes de apoio. Neste inquérito Ragwitz *et al.*, (2007) defendem que a estabilidade do instrumento de apoio é o fator mais importante para o êxito deste, independentemente do tipo de regime de apoio envolvido. Perante um sistema Tarifa *Feed-in*, uma quota de obrigação ou um sistema de um incentivo fiscal, é necessária uma estrutura que garanta estabilidade a longo prazo para atrair investidores.

Para países como Alemanha e a Espanha, é preferível as Tarifas *Feed-in*, pois apontam a estabilidade e transparência como principal destaque. Em geral pode-se concluir que um quadro a longo prazo é um pré-requisito para a promoção eficiente de geração de Eletricidade Renovável. A República Checa e a Hungria preocupam-se em manter e melhorar a alimentação de sistemas de tarifas e fornecer subsídios ao investimento adicionais. Uma vez mais, a prestação de um quadro a longo prazo é visto como o elemento chave para atrair investimentos em projetos de Energia Renovável.

Outro aspeto abordado no inquérito foi as ajudas ao investimento, estas são consideradas um instrumento adequado para estimular as novas tecnologias e projetos de demonstração. Contudo, elas envolvem um processo de seleção para decidir se existe ou não um projeto para a ajuda ao investimento. A objetividade do processo de tomada de decisão nem sempre pode ser totalmente garantida. Outro aspeto importante e que deve ser referido é a definição de metas de longo prazo para a Energia Renovável, quando se tenta criar um ambiente estável para os investimentos.

## 3. Dados e Metodologia

De forma a uma melhor compreensão do objeto de estudo em questão, para se obter uma metodologia adequada, devemos ter uma compreensão dos dados disponíveis. Aqui procederemos à apresentação dos dados, tendo em conta a sua descrição e análise, a fonte e suas principais características. Em acréscimo fazer-se-á uma discussão sobre as escolhas metodológicas adotadas.

### 3.1. Dados

Foram utilizados dados do ano 1990 a 2009, devido à inexistência de dados anteriores a 1990 e posteriores a 2009 para algumas variáveis num painel de 21 Estados-Membros da União Europeia: Áustria; Bélgica; República Checa; Dinamarca; Estónia; Finlândia; França; Alemanha; Grécia; Hungria; Irlanda; Itália; Luxemburgo; Países Baixos; Polónia; Portugal; Eslováquia; Eslovénia; Espanha; Suécia; e Reino Unido.

O nosso objetivo principal consistiu na realização de uma análise empírica de um painel de 21 países europeus, de forma a estimar os efeitos que as diferentes variáveis independentes têm sobre a variável dependente, a Eletricidade gerada por fontes de energia Renovável (ELEGFRES). As variáveis explicativas para compreensão da variável dependente são: (i) a variável  $CO_2PC$  que esta em conformidade com a literatura e também nas convenções internacionais de redução de emissões de efeito de estufa; (ii) a variável CFOSEIS (fontes de carvão, petróleo, gás natural e nuclear) que com a sua utilização podem reduzir a utilização de fontes Renováveis; (iii) a variável ACIS que se trata do número de medidas/políticas de Incentivos/Subsídios acumulados de apoio às fontes de Energia Renovável e (iv) a variável ACIR que é o número de medidas/políticas de Instrumentos Regulatórios acumulados de apoio à promoção de energia limpa.

**Eletricidade gerada por fontes de Energia Renovável (ELEGFRES):** Apresenta-se em % do consumo bruto de eletricidade. Trata-se de um indicador que é a relação entre a eletricidade produzida a partir de fontes de Energia Renovável e o consumo nacional bruto de eletricidade para um determinado ano. A Eletricidade produzida a partir de fontes Renováveis de Energia compreende a geração de Eletricidade a partir de fontes de usinas hidrelétricas (excluindo o bombeamento), Eólica, Solar, Geotérmica, e de eletricidade a partir de Biomassa/Resíduos. O consumo interno bruto de energia elétrica nacional compreende a produção bruta de eletricidade nacional de todos os combustíveis (incluindo a auto produção), mais as importações de eletricidade, menos as exportações.

**CO<sub>2</sub>PC:** Esta variável representa as emissões de dióxido de carbono por habitante nos diversos países. É um rácio das emissões de dióxido de carbono (KG) com o número de habitantes por país.

**Capacidade Total de Fontes de Energia Renovável (CAPRES):** Esta variável é composta pelo somatório de todas as capacidades instaladas de fontes de Energia Renovável, como por exemplo, Hidro, Geotermal, Eólica, Energia dos Oceanos, todas expressas em Megawatt hora (MWH).

**Capacidade total de Combustíveis Fósseis (CFÓSSEIS):** A variável dos combustíveis fósseis também se trata do somatório de todos combustíveis de origem fóssil, nomeadamente, petróleo, carvão, gás natural e nuclear, e é expressa em Gigawatt hora (GWH).

**Medida/Política de Incentivos/Subsídios acumulada (ACIS):** É uma medida/política da categoria dos Incentivos/Subsídios, que inclui as Tarifas *Feed-in*, esta é acumulada ao longo dos anos.

**Medida/Política de Instrumentos Regulatórios acumulada (ACIR):** É uma medida/política da categoria dos Instrumentos Regulatórios acumulada ao longo dos anos.

Seguidamente na Tabela 1, apresentamos as variáveis, fontes e respetivas estatísticas descritivas.

**Tabela 1- Variáveis, fonte e estatísticas descritivas**

Variáveis	Definições	Fonte	OBS	Média	Desvio Padrão	Min	Max
ELGFRES	Eletricidade Gerada por fontes de Energia Renovável (% do consumo bruto de Eletricidade)	Eurostat	420	15.16569	16.90092	0	72.7
CO2PC	Co2 per Capita (kg/cap)	EU Energy in Figures 2010 DG TREN	420	10666.91	4644.748	4650	33658
CAPRES	Capacidade Total Instalada de Renováveis	Eurostat (MW)	420	6961.417	8794.065	0	37681
COMBFOSSEIS	Capacidade Total Instalada de petróleo, carvão, gás e nuclear	Eurostat (Gwh)	418	115963.3	147431	195	555192
ACIS	Nº acumulado de políticas/medidas públicas de Incentivos/Subsídios	IEA Global RE Policies and Measures	420	2.019048	3.011453	0	16
ACIR	Nº acumulado de políticas/medidas públicas de Instrumentos Regulatórios	IEA Global RE Policies and Measures	420	1.338095	2.113707	0	11
ACEE	Nº acumulado de políticas/medidas públicas de educação e extensão	IEA Global RE Policies and Measures	420	0.5261905	1.053137	0	6
ACIFIN	Nº acumulado de políticas/medidas públicas de Incentivos Financeiros	IEA Global RE Policies and Measures	420	1.159524	1.737081	0	11
ACPP	Nº acumulado de políticas/medidas públicas de Processos Políticos	IEA Global RE Policies and Measures	420	0.9857143	1.732681	0	10
ACIP	Nº acumulado de políticas/medidas públicas de Investimento Público	IEA Global RE Policies and Measures	420	0.1928571	0.4820862	0	2
ACID	Nº acumulado de políticas/medidas públicas de Investigação e Desenvolvimento	IEA Global RE Policies and Measures	420	0.5285714	1.04397	0	8
ACLN	Nº acumulado de políticas/medidas públicas de licenças negociáveis	IEA Global RE Policies and Measures	420	0.2642857	0.7780771	0	4
ACAV	Nº acumulado de políticas/medidas públicas de Acordos Voluntários	IEA Global RE Policies and Measures	420	0.2119048	0.5127037	0	3
ACISTOTALAC	Rácio nº acumulado de Incentivos/subsídios no total de medidas acumuladas	IEA Global RE Policies and Measures	420	0.105	0.1716806	0	1
ACIRTOTALAC	Rácio nº acumulado Instrumentos Regulatórios no total de medidas acumuladas	IEA Global RE Policies and Measures	420	0.0582619	0.1095231	0	0.5

## 3.2. Metodologia

O presente estudo visa estimar os efeitos que as diferentes variáveis independentes têm sobre a variável dependente (ELGFRES). A estimação dos efeitos das variáveis independentes sobre a variável dependente será feita para o período de 1990 a 2009, no programa estatístico STATA, recorrendo a modelos de dados em painel. Este método consiste numa combinação de dados *cross-section* com séries temporais, ou seja, reúne-se observações seccionais dos diferentes países, para vários períodos de tempo. Segundo Greene (2008), podemos modelizar diferenças no comportamento dos países. Baltagi (2005) considera que uma das vantagens da estimação de dados em painel é a revelação da heterogeneidade individual, assim demonstra a existência de características diferenciadoras entre os países, essas podem ou não ser constantes ao longo do tempo, de tal forma que os estudos não tenham em consideração tal heterogeneidade, podendo produzir resultados fortemente enviesados.

Utilizando dados em painel, existem métodos de estimação: OLS (Mínimos Quadrados Ordinários) ou *Pooled*, e por efeitos individuais que são os Efeitos Fixos e os Efeitos Aleatórios. De forma, a verificar a relevância estatística dos efeitos individuais não observáveis dos modelos estáticos de painel, utiliza-se o teste Multiplicador de Lagrange (LM). Concluímos que uma regressão OLS não é a forma mais adequada de proceder à estimação admitido a existência de efeitos individuais não observáveis aleatórios ou fixos (Baltagi, 2005). A estimação pelo OLS ou *Pooled* trata-se de uma estimação comum, onde os pressupostos ajustam-se ao modelo linear clássico. Desta forma obtém-se, assim estimadores eficientes, assumindo que estes são independentes e identicamente distribuídos, ignorando assim a estrutura de dados em painel. No modelo OLS não se tem em consideração a heterogeneidade individual (Johnston e Dinardo, 2001).

Nos modelos de efeitos fixos, a estimação é feita, partindo do pressuposto de que a heterogeneidade dos países se consegue observar na parte constante, que é diferente de país para país. De forma a ter em conta os diferentes coeficientes do termo independente, pode-se recorrer às variáveis *dummy*. Por outro lado, nos modelos de efeitos aleatórios, subentende-se que o coeficiente do termo independente de uma unidade individual é uma extração aleatória de uma população muito maior, com um valor médio constante. Um benefício do modelo de efeitos aleatórios, em relação ao modelo de efeitos fixos, consiste em poupar graus de liberdade, uma vez que não são necessários estimar coeficientes do termo independente e a sua variância e estimação são feitas por mínimos quadrados generalizados (Gujarati, 2004). Quando nos referimos à estimação com modelos de efeitos fixos, estamos perante modelos cujos coeficientes podem variar de país para país, ou a mesma unidade de observação pode alterar-se ao longo da série temporal adotada, ainda que permaneçam como variáveis fixas, não aleatórias (Green, 2008). Seguidamente à determinação do estimador de efeitos fixos e de efeitos aleatórios, realiza-se o teste de *Hausman* que permite testar qual a forma mais correta de estimação dos efeitos individuais não observáveis, no caso de serem

aleatórios ou fixos, pois o modelo de efeitos individuais não observáveis aleatórios admite a ausência de correlação entre esses efeitos e as variáveis explicativas. *Hausman* desenvolveu este teste em 1978, cuja hipótese nula subjacente ao teste é que o estimador de efeitos aleatórios é o mais correto (Jonston e Dinardo, 2001) e que os estimadores do modelo de efeitos fixos e do modelo de efeitos aleatórios não diferem substancialmente (Gujarati, 2004).

O Modelo Geral estimado é:

$$ELGFRES_{it} = \alpha_i + \beta CO2PC_{it} + \beta CAPRES_{it} + \beta COMBFOSSEIS_{it} + \beta ACIS_{it} + \beta ACIR_{it} + d_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

De acordo com este modelo  $\alpha$  é a constante,  $\beta$  é o coeficiente e  $\varepsilon_{it}$  é o termo do erro que corresponde à soma de  $\mu_i$  com  $\eta_{it}$ , onde  $\mu_i$  não está correlacionado com as variáveis independentes e  $\eta_{it}$  é independentemente e identicamente distribuído. Na generalidade da equação,  $i$  representa os países e  $t$  o tempo.

## 4. Resultados

Neste capítulo, apresentamos os resultados empíricos que dizem respeito aos testes relacionados com a variável dependente e as variáveis independentes. Em primeiro lugar fazemos uma breve descrição do que foi realizado durante a estimação dos modelos. Assim uma análise inicial foi feita às variáveis das políticas públicas de incentivo às Renováveis, muitas dessas variáveis mostram ausência de medidas/políticas, que têm sido tomadas de forma não frequente.

O excesso de zeros significa que o tratamento econométrico não poderia ser confiável, por exemplo, 7 dos 21 países analisados não adotaram a medida/políticas de *Investigação e Desenvolvimento (ID)*. Assim como 14 dos 21 países não adotaram a medida/políticas de *Licenças Negociáveis (LN)*. Depois de analisados todos os países e todas as medidas/Políticas, verificou-se então que apenas duas das medidas/políticas foram tomadas por todos os países, ou seja, as categorias *Incentivos/Subsídios (IS)* e os *Instrumentos Regulamentares (IR)*. Seguidamente foram testadas as medidas/políticas acumuladas (ACIS e ACIR), no entanto estas não podem ser utilizadas em conjunto, devido à correlação entre elas. Então realizou-se um rácio da medida/política ACIS acumulada com o total das medidas/políticas acumuladas e um rácio da medida/política ACIR acumulada com total das medidas/políticas acumuladas, de forma a testar as variáveis em separado. Trabalhamos as variáveis sobre a forma de rácio, pois estamos a analisar efeitos causais de variações relativas e não absolutas das variáveis independentes sobre a variável dependente.

Para a estimação dos resultados foram utilizados os seguintes modelos: OLS, OLS com desvio padrão *standard*, Efeitos Fixos, Efeitos Fixos com desvio padrão robusto, Efeitos

Aleatórios e Efeitos Aleatórios com desvio padrão robusto. Os efeitos temporais foram controlados, criando-se uma *dummy* por cada ano constante na base. Procedemos também a realização do teste de *Hausman*. Posteriormente, apresentamos a matriz de correlações entre a variável dependente e as variáveis independentes e o teste do Fator de Inflação da Variância (VIF), na Tabela 2.

**Tabela 2-** Matriz de correlação e o fator de inflação da variância.

	ELGFRES	CO2PC	CAPRES	CFOSSEIS	ACIS	ACRI
ELGFRES	1					
CO2PC	-0.3786	1				
CAPRES	0.3478	-0.347	1			
CFOSSEIS	-0.1768	-0.185	0.6555	1		
ACIS	0.0007	0.0041	0.17	0.1985	1	
ACIR	-0.0345	0.034	0.1724	0.1962	0.86	1
VIF		1.15	1.95	1.78	3.86	3.88
1/VIF		0.86714	0.513694	0.560722	0.259146	0.257852
Mean VIF				2.52		

Na matriz de correlações, podemos observar as correlações entre a variável dependente e as variáveis independentes. Pela observação dos resultados concluímos que a correlação entre a variável *Co<sub>2</sub> per capita*, capacidade total instalada de combustíveis Fósseis (CFOSSEIS) e medida/política dos Instrumentos Regulatórios acumulada estão negativamente correlacionadas com a variável dependente e não são estatisticamente significantes, à exceção da variável ACIR. Por outro lado, a variável capacidade total instalada das renováveis (CAPRES) e a medida/política dos incentivos/subsídios acumulada estão positivamente correlacionadas com a variável dependente, no entanto uma é estatisticamente significativa enquanto a outra não. A média do fator de Inflação da variância é de 2.52 estando distante de 10, o que sugere que a colineariedade não é preocupante. Na tabela 3 apresentamos os resultados da aplicação dos modelos de dados em painel estáticos OLS, Efeitos Fixos, Efeitos Fixos com desvio padrão robusto, Efeitos Aleatórios, Efeitos Aleatórios com desvio padrão robusto e procedemos à sua análise.

Os resultados obtidos através dos modelos de dados em painel são apresentados na tabela 3.

Tabela 3- Apresentação dos Resultados

## Variável Dependente: ELGFRES

Variáveis Independentes	OLS		EFEITOS FIXOS	EFEITOS FIXOS COM DPR	EFEITOS ALEATÓRIOS	EFEITOS ALEATÓRIOS COM DPR
	OLS DP	OLS COM DPR				
CO2PC	-0.0009*** (0.0001)	-0.0009*** (0.0000903)	-0.0004*** (0.0001)	-0.0004 (0.0004)	-0.0005*** (0.0001)	-0.0005 (0.0004)
CAPRES	0.0014*** (0.0001)	0.0014*** (0.0001)	0.0004*** (0.0001)	0.0004*** (0.0001)	0.0004*** (0.0001)	0.0004*** (0.0001)
CFOSSEIS	-0.0001*** (5.74e-06)	-0.0001*** ( 7.59e-06)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)
ACIS	0.7269* (0.4235)	0.7269** (0.3000)	0.4377*** (0.1444)	0.4377* (0.2498)	0.4434*** (0.1442)	0.4434* (0.2499)
ACIR	-0.7791 (0.6005)	-0.7791 (0.5019)	-0.7505*** (0.1877)	-0.7505* (0.4362)	-0.7650*** (0.1875)	-0.7650* (0.4334)
CONS	22.4968*** (4.0367)	22.4968*** (3.2081)	22.4256*** (1.861445)	22.4256*** (4.2568)	27.1322*** (3.6757)	27.1322*** (6.5551)
N	418	418	418	418	418	418
R2 / Pseudo R2	0.4724	0.4724	0.2854	0.2854		
F (N(0,1))	14.66	11.57	6.21			
LM ( $\chi^2$ )					3195.91	
Wald ( $\chi^2$ )					156.30	
Hausman ( $\chi^2$ )					6.48	

Nota: Desvios padrões entre parêntesis. As estimações incluem variáveis *dummy temporais*, mas os resultados não estão incluídos nas tabelas. OLS- Mínimos quadrados Ordinários. DP- Desvio Padrão standard. DPR-Desvio Padrão Robusto. RE- Efeitos Aleatórios. FE- Efeitos Fixos. O teste F é normalmente distribuído N(0,1) e testa a hipótese nula de não significância como um todo dos parâmetros estimados. Todas as estimativas foram controladas de modo a incluir os efeitos de tempo, embora não relatada por simplicidade. \*\*\*, \*\*, \*, denotam significância de 1,5 e 10% respectivamente.

Os resultados dos testes F e *Wald* sugerem que, nas várias formas de estimação, e para um nível de significância estatística de 1%, se pode rejeitar a hipótese nula de que as variáveis explicativas não explicam a variável dependente. Pode-se então concluir que as variáveis utilizadas neste estudo podem ser consideradas como relevantes na sua globalidade.

O resultado do teste do Multiplicador de Lagrange (LM) é significativo para uma significância estatística de 1%, o que nos indica que podemos rejeitar a hipótese nula, de que os efeitos individuais não observáveis não são relevantes para a explicação da variável dependente. Com base neste resultado, podemos concluir que uma regressão OLS não é a forma mais apropriada de estimar os resultados. Rejeitada assim, a possibilidade da utilização da regressão OLS, temos a opção de utilizar o modelo de efeitos fixos ou o modelo de efeitos aleatórios. Para verificar o mais adequado foi realizado o teste de *Hausman*. Os resultados mostram-se estatisticamente não significantes, pois a diferença nos coeficientes é grande o que nos indica que não se deve rejeitar a hipótese nula, de que os efeitos individuais não observáveis não estão correlacionados com as variáveis explicativas. Como não rejeitamos a hipótese nula, podemos concluir que a utilização de estimação de modelos de efeitos aleatórios é a opção mais adequada para este estudo.

Como observamos na matriz de correlações a variável ACIS está bastante correlacionada com a variável ACIR, o que pode pôr em causa a estimação dos resultados. Em alternativa, foram testadas em separado as variáveis ACIS, ACIR, ACISTOTALAC E ACIRTOTALAC, de forma a obtermos melhores resultados (cf. Tabela A.1 do Apêndice).

## 5. Discussão

Tendo em consideração os aspetos teóricos referidos ao longo da segunda secção acerca das políticas públicas de incentivo à Eletricidade gerada pelas Renováveis, pretendemos agora validar estes resultados empíricos obtidos.

Depois de analisados os resultados apresentados na Tabela 3, verificamos que a variável ACIS (medida dos incentivos/subsídios acumulada) com a variável dependente apresenta uma relação positiva e estatisticamente significativa nos efeitos fixos e nos efeitos aleatórios. Este resultado está de acordo com a literatura, pois a categoria dos Incentivos/subsídios, que inclui as Tarifas *Feed-in* foi provavelmente o instrumento mais utilizado das políticas públicas na promoção da utilização de Energias Renováveis, tal como apontado por Menanteau *et al.*, (2003) as Tarifas *Feed-in* são a preferência dos investidores no que diz respeito a preços fixos. Daqui se depreende que a incerteza sobre os investimentos seja diminuída, esperando-se um impacto positivo, o que corrobora com as conclusões retiradas por Ragwitz *et al.*, (2007). Após detetado o impacto efetivo desta categoria de medidas, os resultados atestam que a implementação das Energias Renováveis é de facto um aspeto que os Governos dos diversos países devem ter em consideração. Da mesma forma, os Governos também se devem preocupar em encontrar uma forma estratégica de melhorar a

implementação de fontes de Energia Renovável, como apontado por Cansino *et al.*, (2010). Por outro lado, analisando a variável ACIR (medida/política dos instrumentos Regulatórios acumulada) com a variável dependente ELGFRES, verificamos uma relação negativa entre elas, embora ACIR seja estatisticamente significativa nos efeitos fixos e nos efeitos aleatórios. Apesar disso, esta relação não está de acordo com o sinal esperado, uma vez que se esperava verificar uma relação positiva entre as variáveis. Isso pode ser consequência das medidas/políticas públicas não serem adotadas de forma semelhante por todos os países.

As medidas/políticas públicas de incentivo às Renováveis não devem ser analisadas individualmente, dado que a significância estatística das outras variáveis é livre à introdução de medidas/políticas públicas de incentivo às Renováveis. Deste modo, optou-se por se utilizar as medidas/políticas acumuladas que foram tomadas por todos os países. Contudo, constatamos que devido à elevada correlação destas duas variáveis, estas não podem ser utilizadas em conjunto, pois uma pode estar a interferir na implementação da outra. Então, optamos por testá-las separadamente e verificou-se que os resultados também não melhoraram. Existe uma grande pressão por parte dos combustíveis fósseis, de forma a travar o desenvolvimento de fontes de energia limpa, ou seja, fontes de Energia Renovável. Este fator, está de acordo com a literatura e pode comprovar-se a partir dos vários acordos realizados ao longo dos anos relativos às emissões de efeito de estufa, por seu turno a variável CFOSSEIS com a variável dependente demonstra um efeito negativo e estatisticamente significativo. Os resultados demonstram-nos um efeito negativo e estatisticamente significativo de CO<sub>2</sub>pc na variável dependente (ELGFRES), pois a poluição não constitui de facto um incentivo para o investimento em Eletricidade Renovável. Por fim, a variável CAPRES apresenta um sinal positivo e é estatisticamente significativa, pois quanto maior a capacidade instalada de Energias Renováveis, maior a geração de Eletricidade Renovável.

O risco e a descontinuidade das medidas políticas de energia têm sido uma dificuldade significativa no desenvolvimento de fontes de Energia Renovável. Os países que passaram pela implementação do desenvolvimento das Energias Renováveis devem manter essa estratégia como referido na literatura por Marques e Fuinhas (2012). Os países que mantiverem a estratégia irão beneficiar na rentabilidade dos investimentos já implementados e em futuros investimentos que possam explorar economias de escala.

Em suma, o processo de geração de Eletricidade a partir de fontes de Energia Renovável é um processo de longo prazo, varia conforme o desenvolvimento dos mercados e deve trazer estabilidade para os investidores. Os Governos dos diferentes países também devem apoiar este desenvolvimento.

## 6. Conclusão

O presente estudo pretendeu analisar se as políticas públicas são um fator importante na geração da Eletricidade Renovável. Para dar resposta aos objetivos do presente estudo, foi considerada uma amostra de 21 países da União Europeia para o período de 1990 a 2009. Este estudo reforça a avaliação empírica dos autores Marques e Fuinhas (2012) no impacto das políticas públicas sobre as Energias Renováveis.

A estimação dos efeitos das variáveis independentes e da variável dependente foi efetuada através da utilização de dados em painel. Foram utilizados modelos de painel estáticos (modelos de efeitos fixos e aleatórios). Foi realizada uma análise do papel das medidas/políticas públicas fornecidas pela base de dados do IEA. Outras variáveis sugeridas pela literatura foram introduzidas, pois segundo esta desempenham um papel relevante.

Verificámos que a maioria das medidas/políticas públicas não foram de todo impulsionadoras para a promoção de Energias Renováveis. Diversas categorias de medidas/políticas de apoio às Energias Renováveis foram tomadas por poucos países.

A categoria de *Investimento Público* foi adotada por 8 dos 21 países presentes na base, enquanto que a de *Processos Políticos* foi implementada por todos os países à exceção de dois, assim como, a dos *Investimentos Financeiros* que apenas não foi tomada por 3 países. As categorias da *Educação e Extensão*, das *Licenças Negociáveis* e dos *Acordos Voluntários* não foram adotadas por 8, 14 e 10 países, respetivamente. Por último, apenas 2 das medidas/políticas de apoio às Energias Renováveis foram tomadas por todos os países, no entanto, e conforme a literatura teórica comprova, a categoria dos *Incentivos/Subsídios*, mais precisamente as Tarifas *Feed-in*, são as medidas que mais impulsionaram a geração de Eletricidade por fontes Renováveis na União Europeia. Apesar de os resultados mostrarem que o número de medidas/políticas de *Incentivos/Subsídios* acumuladas são importantes, é necessária uma maior investigação neste âmbito. Por outro lado, as medidas/políticas de Instrumentos Regulamentares acumuladas obtiveram um sinal contrário ao expectável, o que possivelmente influenciou na estimação dos modelos e conseqüentemente nos resultados obtidos.

Devido a compromissos internacionais a maior parte das medidas/políticas de apoio às fontes de Energia Renovável, quer pelas suas características ou pelo seu número de implementação deveriam ser semelhantes. Como refere a literatura, a análise das contribuições das políticas públicas para fontes de Energia Renovável requer atenção por parte dos investidores. Outro aspeto a destacar é a existência de *lobbies* que retardam a implementação de fontes de Energia Renovável.

Os resultados demonstram que a capacidade total de combustíveis fósseis também dificulta a implementação das Energias Renováveis. Esta dá-se devido às fontes de energia convencionais que é sinal de uma infra-estrutura produtiva nos países em análise,

principalmente aqueles que são baseados em fontes fósseis, tornando-se numa barreira para a estabilidade de fontes de Energia Renovável.

Ao longo do estudo em análise várias limitações e dificuldades foram encontradas, podendo condicionar os resultados apurados. Assim, apesar de existir muita informação sobre as políticas públicas, a não adoção da maioria destas políticas por parte dos países, referidos na base, teve implicações nos resultados deste estudo. É necessária uma maior investigação e pesquisa para ajustes possíveis nas medidas/políticas de apoio às fontes de Energia Renovável, de forma a existir uma autossustentabilidade por parte destas, estudando-se, por exemplo, o impacto do número de patentes de Energia Renovável e das medidas/políticas de apoio às fontes de Energia Renovável na geração de Eletricidade a partir de fontes Renováveis.

## 7. Referências Bibliográficas

- Baltagi B., 2005. *Econometric Analysis of Panel Data*, 3rd.
- Blanco M. e Rodrigues G., 2009. Direct employment in the wind energy sector: an EU study. *Energy Policy*. 37, 2847-2857.
- Cansino M., Romero M., Román R. e Yñiguez R., 2010. Tax incentives to promote green electricity: An overview of EU-27 countries. *Energy Policy*. 38, 6000-6008.
- Carley S., 2009. State renewable energy electricity policies: an empirical evaluation of effectiveness. *Energy Policy*. 37, 3071-3081.
- Ciarreta A., Gutiérrez-Hita C. e Nasirov S., 2011. Renewable energy sources in the Spanish electricity market: Instruments and effects. *Renewable and sustainable energy Reviews*. 15, 2510-2519.
- Couture T. e Gagnon Y., 2010. An analysis of feed-in tariff remuneration models implications for renewable energy investment. *Energy Policy*. 38, 955-965.
- EU (European Union), 2001. Directive 2001/77/EC on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market.
- EU (European Union), 2009. Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.
- Frondel M., Ritter N., Schmidt C. e Vance C., 2010. Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: the German experience. *Energy Policy*. 38, 4048-4056.
- Gan L., Eskeland G. e Kolshus H., 2007. Green electricity market development: lessons from Europe and the US. *Energy Policy*. 35, 144-155.
- Green W., 2008. *Econometric Analysis*, 6th ed., Prentice Hall.
- Gujarati D., 2004. *Basic Econometrics*, McGraw-Hill.
- Haas R., Panzer C., Resch G., Ragwitz M., Reece G. e Held A., 2011. A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries. *Renewable and sustainable energy Reviews*. 15, 1003-1034.
- Huang M-Y., Alavalapati J., Carter D. e Langholtz M., 2007. Is the choice of renewable portfolio standards random? *Energy Policy*. 35, 5571-5575.
- Jäger-Waldau A., 2007. Photovoltaics and renewable energies in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 11, 1414-1437.
- Jensen S. e Skytte, K., 2003. Simultaneous attainment of energy goals by means of green certificates and emission permits. *Energy Policy*. 31, 63-71
- Johnstone N., Hascic I. e Popp D., 2010. Renewable energy policies and technological innovation: evidence based on patent counts. *Environmental and Resource Economics*. 45, 133-155.
- Jonston J. e Dinardo J., 2001. *Econometric Methods* 4rd. McGraw-Hill.

- Lesser A. e Su X., 2008. Design of an economically efficient feed-in tariff structure for renewable energy development. *Energy Policy*. 36, 981-990.
- Liao C-H., Ou H-H., Chiueh P-T. e Yu Y-H., 2011. A challenging approach for renewable energy market development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15, 787-793.
- Lin G., Eskeland G. e Kolshus H., 2007. Green electricity market development: lessons from Europe and the US. *Energy Policy*. 35 (1), 144-155.
- Lipp J., 2007. Lessons for effective renewable electricity policy from Denmark, Germany and the United Kingdom. *Energy Policy*. 35, 5481-5495.
- Marques A., Fuinhas J. e Manso J., 2010. Motivations driving renewable energy in European countries: a panel data approach. *Energy Policy*. 38, 6877-6885.
- Marques A. e Fuinhas J., 2012. Are public policies towards renewables successful? Evidence from European countries. *Renewable Energy*. 1-10.
- Menanteau P., Finon D., Lamy M-L., 2003. Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy. *Energy Policy*. 1, 799-812.
- Michaels R. e Murphy R., 2009. *Green Jobs: Fact or Fiction?*. Institute for Energy Research Washington, DC.
- Moreno B. e López A., 2008. The effect of renewable energy on employment. the case of Asturias (Spain). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 12, 732-751.
- Muñoz M., Oschmann V. e Tàbara D., 2007. Harmonization of renewable electricity feed-in laws in the European Union. *Energy Policy*. 35, 3104-3114.
- Patlitzianas K. e Karagounis K., 2011. The progress of RES environment in the most recent member states of the EU. *Renewable Energy*. 36, 429-436.
- Popp D., Hascic I. e Medhi N., 2011. Technology and the diffusion of renewable energy. *Energy Economics*. 33, 648-662.
- Ragwitz M., Held A., Resch G., Faber T., Haas R., Huber C., Coenraads R., Voogt M., Reece G., Morthorst P., Jesen S., Konstantinaviciute I. e Heyder B., 2007. Assessment and optimization of renewable energy support schemes in the European electricity market (OPTRES). Intelligent Energy Europe, Karlsruhe.
- Río P. e Gual A., 2007. An integrated assessment of the feed-in tariff system in Spain. *Energy Policy*. 35, 994-1012.
- Sovacool B., 2009. Rejecting renewables: the socio-technical impediments to renewable electricity in the United States. *Energy Policy*. 37, 4500-4513.
- West J., Bailey I. e Winter M., 2010. Renewable energy policy and public perceptions of renewable energy: a cultural theory approach. *Energy Policy*. 38, 5739-5748.
- Wüstenhagen R. e Bilharz M., 2006. Green energy market development in Germany: effective public policy and emerging customer demand. *Energy Policy* 34, 1681-1696.

## Apêndice

Tabela A.1- Resultados com Medidas/Políticas utilizadas em separado.

Variáveis Independentes	Variável Dependente: ELGFRES					
	OLS		EFEITOS FIXOS	EFEITOS FIXOS COM DPR	EFEITOS ALEATÓRIOS	EFEITOS ALEATÓRIOS COM DPR
	OLS DP	OLS COM DPR				
CO2PC	-0.0009*** (0.0001)	-0.0009*** (0.0001)	-0.0004*** (0.0001)	-0.0004 (0.0004)	-0.0005*** (0.0001)	-0.0005 (0.0004)
CAPRES	0.0014*** (0.0001)	0.0014*** (0.0001)	0.0004*** (0.0001)	0.0004*** (0.0001)	0.0004*** (0.0001)	0.0004*** (0.0001)
CFÓSSEIS	-0.0001*** (5.74e-06)	-0.0001*** ( 7.59e-06)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)
<b>MEDIDAS/POLÍTICAS UTILIZADAS EM SEPARADO</b>						
ACIS	0.3320 (0.2948)	0.3320 (0.2181)	0.0690 (0.1133)	0.0690 (0.1640)	0.0657 (0.1131)	0.0657 (0.1584)
ACIR	-0.0385 (0.4186)	-0.0385 (0.3466)	-0.3872* (0.1460)	-0.3872 (0.3347)	-0.3957* (0.1456)	-0.3957 (0.3271)
ACISTOTALAC	3.8707 (4.0088)	3.8707 (3.6553)	1.9010* (1.135823)	1.9010** (0.7012)	1.9627* (1.1389)	1.9627** (0.6874)
ACRITOTALAC	-3.2197 ( 6.5006)	-3.2197 ( 4.6881)	-0.1442 (1.896979)	-0.1441 ( 2.0981)	-0.2713 ( 1.9014)	-0.2713 ( 2.0822)
CONS	22.4968*** (4.0367)	22.4968*** ( 3.2081)	22.4256*** (1.8614)	22.4256*** (4.2568)	27.1322*** (3.6757)	27.1322*** (6.5551)
N	418	418	418	418	418	418
R2 / Pseudo R2	0.4724	0.4724	0.2854	0.2854		
F (N(0,1))	14.66	11.57	6.21			
LM ( $\chi^2$ )					3195.91	
Wald ( $\chi^2$ )					156.3	
Hausman ( $\chi^2$ )					6.48	

Nota: Desvios padrões entre parêntesis. As estimações incluem variáveis *dummy temporais*, mas os resultados não estão incluídos nas tabelas. OLS- Mínimos quadrados Ordinários. DP- Desvio Padrão standard. DPR-Desvio Padrão Robusto. RE- Efeitos Aleatórios. FE- Efeitos Fixos. O teste F é normalmente distribuído N(0,1) e testa a hipótese nula de não significância como um todo dos parâmetros estimados. Todas as estimativas foram controladas de modo a incluir os efeitos de tempo, embora não relatada por simplicidade. \*\*\*, \*\*, \*, denotam significância de 1,5 e 10% respectivamente.