



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Ciências Sociais e Humanas

# **Consumo de Energia e Crescimento Económico: Evidência em período longo para um painel de países europeus**

**Mónica Filipa Moreira Ferreira**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Economia**

(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor José Alberto Serra Ferreira Rodrigues Fuinhas

Co-orientador: Prof. Doutor António Manuel Cardoso Marques

**Covilhã, Junho de 2013**



# Agradecimentos

A realização desta dissertação só foi possível devido ao esforço, dedicação e cooperação de várias pessoas das quais sem demérito das outras, quero realçar o Professor Doutor José Alberto Serra Ferreira Rodrigues Fuinhas, que com o seu apoio, a sua disponibilidade incondicional e a sua boa disposição contribuiu grandemente para a realização deste trabalho. Quero também agradecer ao Professor Doutor António Manuel Cardoso Marques o seu contributo sem o qual seria mais difícil a conclusão da tese.

Quero também agradecer a todos os meus familiares e amigos, destacando os meus pais e irmã, pela força, animo e coragem que me deram para a realização deste sonho que também é o deles; aos meus amigos pela ajuda e paciência e um especial agradecimento vai também para Deus por me ter dado capacidade para ultrapassar os obstáculos encontrados ao longo do ano e pela força e coragem de não me deixar desistir.

A todos o meu sincero reconhecimento por tornarem tudo isto possível.



## Resumo

O objecto de estudo deste trabalho é analisar a relação entre o consumo de energia e crescimento económico tendo em conta os factores de produção, trabalho e capital, bem como uma variável de comércio externo (exportações). Analisou-se a importância que estas variáveis têm no crescimento económico em 15 países da UE durante o período de tempo de 1965-2010. Várias técnicas de análise de painel foram utilizadas e os resultados dos diversos estimadores foram discutidos. Os resultados obtidos permitem-nos concluir que todas as variáveis testadas contribuem positivamente para o crescimento económico a curto prazo, sendo a variável do consumo de energia a que menos impacto tem no PIBpc dos países em questão. Com o estudo efetuado pretendemos acrescentar evidência empírica à literatura, nomeadamente pela consideração de um período longo de tempo, de um painel de países pertencentes a uma mesma organização supra-nacional e com a utilização e diversas técnicas de painel, menos usuais no estudo do consumo de energia e crescimento económico.

## Palavras-chave

Crescimento Económico; Consumo de energia; Trabalho; Capital; Exportações

## **Abstract**

The object of study of this work is to analyze the relationship between economic growth and energy consumption taking into account the factors of production, labor and capital, as well as a variable external trade (exports). Let's analyze the importance that these variables have on economic growth in 15 EU countries over the period of 1965-2010. We tested the model with fixed and random effects panel data, since the literature uses another type of tests to examine the relationship between variables. The results allow us to conclude that all tested variables contribute positively to economic growth. Thus our aim is to enrich the existing literature on this matter.

## **Keywords**

Economic Growth, Energy Consumption, Labor, Capital, Exports

# Índice

1 Introdução	10
2 Revisão da Literatura	12
3 Dados e Metodologia	14
3.1 Dados	14
3.2 Metodologia	15
4 Resultados	17
5 Discussão de Resultados	20
6 Conclusão	22
7 Bibliografia	24

# Lista de Tabelas

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

**Tabela 2** - Matriz das Correlações o factor de inflação da variância.

**Tabela 3** - Apresentação dos resultados

**Anexo 1** - Correção dos dados

**Anexo 2** - Estatísticas descritivas e Dependência Seccional

**Anexo 3** - Testes das raízes unitárias

## Lista de Acrónimos

PIB	Produto Interno Bruto
PIBpc	Produto Interno Bruto per capita
UE	União Europeia
OLS	Mínimos Quadrados Ordinários
H0	Hipótese Nula

# 1. Introdução

Adam Smith, David Ricardo, Thomas Malthus, Solow, Lucas e Romer foram os primeiros economistas que abordaram o tema de crescimento económico. Este conceito pode ser definido como sendo o aumento da capacidade de produção de bens e serviços de um país na sua actividade económica. O crescimento económico é um fenómeno complexo devido à variedade de factores que o influenciam. O indicador que mede o crescimento da economia de um país é o Produto Interno Bruto (PIB), pelo que podemos dizer este indicador traduz a riqueza de um país.

Com o aumento da população mundial, aumentaram também as preocupações em relação ao consumo de energia global. As emissões de CO<sub>2</sub> estão cada vez mais a aumentar atingindo um valor histórico em 2010, alcançando as 30,6 gigatoneladas (Fonte: Agência Internacional de Energia). Deste modo achamos conveniente estudar a influência do factor do consumo de energia no indicador que mede o crescimento económico, com o objectivo de saber se tem um impacto positivo ou negativo no PIBpc dos países em análise. Em última análise o objectivo primordial é conhecer a forma como as políticas de incentivo ou redução de consumo energia podem influenciar o crescimento económico de um país.

A análise da relação entre o consumo de energia e o crescimento económico pode ser feita contextualizando cada uma das economias com outros factores de produção. O emprego é um factor que influencia o crescimento económico. Cada vez mais, com a crise que se verifica no mundo, nomeadamente na europa, a taxa de desemprego tem vindo a aumentar, causando um decréscimo acentuado no emprego, produzindo influências negativas para a economia da União Europeia. Este acontecimento tem vindo a ser discutido na UE devido às alterações que está a provocar na união económica e política da Europa. Assim, de forma a entender o comportamento deste factor no PIBpc dos países, considerou-se importante investigar o impacto desta variável no nosso estudo.

Para muitos economistas, o capital é outro dos factores que é bastante estudado devido á importância que tem na economia de um país. De maneira a perceber o impacto que este factor provoca na economia é conveniente para a nossa investigação analisar a relação que o capital tem com o PIBpc dos países em análise. Este factor é um resultado da própria economia, ou seja, é produzido pela própria actividade económica quando são realizados investimentos. Em relação a esta variável, iremos investigar a importância dela para o crescimento económico de alguns países da União Europeia. Esperamos que o *stock* de capital de uma economia influencia o seu funcionamento, dado que existe uma enorme dependência deste factor para o funcionamento de todas as actividades económicas dos vários países do mundo. Sem stock de capital numa economia, não há possibilidade de crescimento o que origina á estagnação da actividade economica porque não existe capital para investir.

As exportações podem reflectir a complexidade de uma economia, quer no que respeita a fontes de rendimento externas, quer no seu grau de especialização e relação com o

exterior Sabemos que as exportações são um factor que poderá ser positivo para o funcionamento de uma economia. Ao contrário das importações, quanto mais exportações um país tiver, maiores são as possibilidades de gerar riqueza e mais rendimento para a sua economia, o que conseqüentemente origina um aumento do seu capital. Por isso consideramos importante a inserção desta variável de forma a avaliar o impacto que possui numa economia.

Este trabalho tem como objectivo responder à pergunta realizada no início deste estudo: Qual o impacto e a relação entre o consumo de energia, o capital, o trabalho e as exportações no crescimento económico nos países da União Europeia? O comportamento destas variáveis vai ser estudado em 15 países da União Europeia, e assim poder-se-á ter uma noção da influência que estas variáveis provocam no crescimento de uma economia.

A análise destes factores vai ser realizada através do estimador mais adequado, que no nosso caso é o de efeitos fixos, onde os resultados que se destacam mais é o caso da variável do capital que tem o maior impacto no crescimento económico.

O presente trabalho está estruturado da seguinte maneira. No ponto 2 é apresentada a revisão da literatura que aborda os estudos realizados sobre relação que existe entre o crescimento económico e o consumo de energia. No terceiro ponto são dadas a conhecer as variáveis e os dados para o estudo, bem como a metodologia utilizada para o tratamento dos mesmos. No ponto 4 são apresentados os resultados obtidos e também as estimações e análise dos dados. A discussão de resultados encontra-se no ponto 5 deste estudo. De forma a finalizar o estudo, no ponto 6 são apresentadas as conclusões gerais do trabalho.

## 2. Revisão da Literatura

Ao longo dos anos têm sido realizados vários estudos sobre a análise da relação entre o consumo de energia e o crescimento económico com o objectivo de definir qual a relação destas duas variáveis. Kraft e Kraft (1978) foram os primeiros autores a demonstrar que existe uma relação de causalidade do rendimento para o consumo de energia nos EUA concluindo que a conservação de energia pode ser posta em prática sem causar uma deterioração no crescimento da economia. Mais tarde realizaram-se outros estudos, também nos EUA, que foram contraditórios em relação a estas conclusões. Por exemplo, Akarca e Long (1980), Yu et al. (1988) e Yu e Jin (1992) concluíram que, para este país, ambas as variáveis não tinham influencia uma na outra.

Ao analisar a relação de crescimento económico e consumo de energia Ozturk (2010) afirmou que existem quatro tipos de relação entre ambos, tais como: (i) a hipótese de conservação (que pode ser chamada de causalidade unidireccional do rendimento para o consumo de energia, é quando um país não é totalmente dependente da energia para o crescimento, o que significa que as políticas de conservação de energia podem ser postas em prática com poucos ou nenhuns efeitos negativos sobre o crescimento; (ii) a hipótese de neutralidade que é quando o consumo de energia e o crescimento têm uma relação neutra o que poderá implicar que as políticas de conservação de energia não têm nenhum efeito sobre o crescimento; (iii) a hipótese de crescimento que acontece quando o crescimento económico necessita do consumo de energia e que uma queda no consumo de energia vai implicar uma desaceleração no crescimento, e finalmente (iv) a hipótese de feedback que é quando a economia cresce a procura de energia também aumenta, o que acontece também inversamente (Fuinhas e Marques, 2012).

A análise desta temática foi realizada em países de forma individual (Stern, 2000; Lee e Chien, 2010; Paul e Bhattacharya, 2004; Halicioglu, 2009; Tsani, 2010; Cong et al, 2011) e de forma agregada (Soytas e Sari, 2007; Ciarreta e Zarraga, 2008; Narayan e Prasad, 2008; Lee et al., 2008; Menegaki, 2011; Fuinhas e Marques, 2012).

Existem inúmeros estudos que relacionam o consumo de energia com o crescimento económico, mas no geral muitos deles não contextualizam a relação entre o consumo de energia e o crescimento económico específico de cada país, o que origina a falta de atenção em relação a outros factores de produção que poderão explicar a relação entre estes. É neste contexto que iremos investigar acerca do tema, inserindo outras variáveis, tais como o capital o trabalho e as exportações. Apesar de ser necessário analisar a relação das variáveis PIB e consumo de energia é também importante que se insiram outro tipo de variáveis, pois não só o consumo de energia é relevante para o crescimento económico como existem outros factores que podem ou não influenciar a riqueza de um país.

Os autores Narayan e Smyth (2005) examinaram a relação existente entre o PIB, o consumo de energia eléctrica e emprego, para a Austrália, onde concluíram que existia no

longo prazo causalidade de Granger do emprego e do PIB real para o consumo de energia eléctrica. No curto prazo concluíram que existe uma fraca relação de causalidade unidireccional do PIB para o consumo de electricidade e do PIB para o emprego (Wang et al., 2011).

Empregando um modelo VAR de quatro variáveis (capital, trabalho, consumo de energia e PIB), Stern em 1993 encontrou causalidade de Granger executada a partir do consumo de energia para o PIB. Yuan et al. (2008) relacionou o capital, a força de trabalho, o consumo de energia e o PIB real e chegou à conclusão de que existia cointegração destas variáveis no longo prazo em níveis agregados e desagregados.

Para estudar a relação do consumo de energia com o crescimento económico na Turquia, Soytaş e Sari (2007) utilizaram uma abordagem semelhante à de Ghali e El-Sakka (2004), onde empregaram o consumo de energia, o *stock* de capital, o trabalho e a produção total, e ambos concluíram que existia causalidade unidireccional do consumo de electricidade para a produção total. Mais tarde, Lee et al. (2008) encontraram uma relação de causalidade bidireccional entre o consumo de energia, o *stock* de capital e o PIB para 22 países da OCDE para o período de 1960 a 2001.

As conclusões contraditórias dos variados estudos podem resultar de vários factores, tais como: (i) a não inclusão de variáveis, que poderão influenciar a relação entre rendimento e energia, (ii) utilização de métodos diferentes nas análises realizadas e (iii) o período de tempo utilizado para o estudo.

Stern (2000) alertou que o facto de se realizarem testes bivariados, seria provável que existissem falhas na análise realizada da relação do consumo de energia com o crescimento devido aos efeitos que outras variáveis podiam causar na relação de ambas as variáveis.

A literatura empírica indica necessidade da utilização de mais factores que influenciam o crescimento económico, pois como foi dito anteriormente, existem vários factores que influenciam a relação entre o consumo de energia e o crescimento económico. Este trabalho é um importante contributo para a literatura visto que analisa estes factores num maior período temporal e tira partido das vantagens de usar técnicas de análise de dados em painel.

## 3. Dados e Metodologia

Nesta secção iremos debruçar-nos na explicação dos dados utilizados para a realização da investigação, bem como na metodologia mais adequada para aplicarmos ao estudo. Iremos descrever o significado das variáveis, as fontes de recolha dos dados e também a metodologia utilizada para a realização deste trabalho.

### 3.1 Dados

Neste estudo foram analisados 15 países da União Europeia, durante o período de análise de 1965 a 2010. Os países analisados foram: Alemanha, Áustria, Bélgica, Luxemburgo, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Irlanda, Itália, Portugal, Reino Unido e a Suécia. O critério para a inclusão dos países foi o da disponibilidade de dados para o período em análise.

Esta investigação tem como objectivo analisar a relação entre o crescimento económico e o consumo de energia em 15 países da União Europeia através da elaboração de um modelo econométrico que nos permita relacionar estas variáveis em conjunto com o *stock* de capital, o trabalho e as exportações de cada país. Os dados foram retirados de diversas bases de dados, sendo elas a AMECO, que disponibiliza dados dos indicadores macroeconómicos para os países da União Europeia; a *BP statistical review* que fornece os dados para os vários tipos de energia consumidos em alguns países do mundo e a TED, que disponibiliza dados também de indicadores macroeconómicos para um conjunto alargado de países do mundo.

As variáveis recolhidas foram o PIB, o Consumo de Energia, o Trabalho, o *Stock* de Capital e as Exportações de bens e serviços. Optámos por colocar as variáveis em valores *per capita*, de forma a analisar com maior precisão a influência das variáveis independentes na variável dependente. Transformámos as variáveis em diferenças logarítmicas de forma a corrigir a heterogeneidade das mesmas.

Seguidamente são descritas as variáveis recolhidas: como variável dependente utilizou-se o Produto Interno Bruto ( $y$ ), visto ser o melhor índice que mede o crescimento económico de um país. Esta variável é a preços de mercado de 2005 (moeda nacional) e foi retirada da base de dados da AMECO. Em relação às variáveis explicativas foi recolhido o consumo de energia primária ( $e$ ) que está expressa em milhões de toneladas em petróleo equivalente e retirada da base de dados da *BP statistical review*, de forma a estudar a importância que tem para o crescimento económico de um país. Também optámos por seleccionar a variável do emprego ( $n$ ) que está expressa em milhares de pessoas e que acreditamos que também influencia o crescimento económico; os dados para esta variável foram extraídos da base de dados TEDE. Outra variável independente escolhida foi o Stock de capital ( $k$ ) a preços de 2005 do total da economia (moeda nacional); os dados foram recolhidos da base de dados da AMECO. Por fim, extraímos também da mesma base de dados

os dados para a variável das exportações de bens e serviços ( $x$ ) a preços de 2005 (moeda nacional). O total da população foi retirado da base de dados da AMECO para podermos calcular os valores *per capita* para cada variável e está expressa em nº pessoas. A Tabela 1 sintetiza as variáveis, suas fontes e estatísticas descritivas.

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

Variáveis	Descrição das variáveis	Fonte	Obs.	Média	Desvio Padrão	Min	Max	Sinal Esperado
$y$	Produto Interno Bruto a preços de mercado de 2005 (moeda nacional)	AMECO database	644	677.756	656.2772	22.6786	2984.108	
$e$	Consumo de energia primária (milhões de toneladas em petróleo equivalente)	BP database	644	91.6953	95.91356	4.263	371.0118	+
$n$	Emprego (milhares de pessoas)	TED database	644	11160.74	11118.66	1066.334	40553	+
$k$	Stock de capital a preços de 2005 do total da economia (moeda nacional)	AMECO database	644	1966.637	1975.866	70.219	9018.225	+
$x$	Exportações de bens e serviços a preços de 2005 (moeda nacional)	AMECO database	644	189.9478	245.0001	2.514	1571.866	+
$pop$	Total da População (nº pessoas)	AMECO database	644	25993.27	25150.68	2877.3	82534.18	

**Nota:** As fontes das diversas variáveis são seguidamente apresentadas: AMECO database, European Commission, Economic and Financial Affairs ([http://ec.europa.eu/economy\\_finance/ameco/user/serie/SelectSerie.cfm](http://ec.europa.eu/economy_finance/ameco/user/serie/SelectSerie.cfm)); BP statistical review (<http://www.bp.com/statisticalreview>); TED - tenders electronic daily database, (<http://ted.europa.eu/TED/main/HomePage.do>)

Para a Alemanha, Bélgica e Luxemburgo tivemos de corrigir os dados, visto que a partir de 1991 a Alemanha sofreu um processo de reunificação e a Bélgica e o Luxemburgo tinham para o consumo de energia os dados em conjunto. A explicação de como foram corrigidos os dados encontra-se em anexo (ANEXO 1).

## 3.2 Metodologia

Para estudar a relação entre o crescimento económico e o consumo de energia bem como a contribuição do emprego, o *stock* de capital e as exportações optámos por recorrer a modelos de dados em painel. Para este efeito utilizamos o programa estatístico STATA, v11 para estudar os efeitos das variáveis independentes na variável dependente. Os dados em painel permitem controlar, para variáveis que não podemos observar ou medir, e também variáveis que mudam ao longo do tempo, os factores a elas adversos, isto é, controlam a heterogeneidade individual (Baltagi, 2005). Os dados em painel providenciam uma maior quantidade de informação, maior variabilidade dos dados, menor colinearidade entre as

variáveis, maior número de graus de liberdade e maior eficiência na estimação (Greene, 2008).

Existem diferentes métodos de estimação, tais como: a regressão OLS (Mínimos Quadrados Ordinários) ou *pooled*, os efeitos fixos e os efeitos aleatórios. Na regressão de OLS é assumido que todas as observações são uniformes e que a maneira dos indivíduos se comportarem é invariável e também é igual ao longo do tempo. No entanto, ao não dar conta de uma heterogeneidade eventualmente existente, o modelo sofrerá de um grave erro de especificação e os enviesamentos serão grandes (Greene, 2003).

Quanto aos modelos de efeitos fixos, são utilizados para analisar as variáveis que variam ao longo do tempo. Neste tipo de modelo cada entidade tem as suas características individuais que podem ou não influenciar as variáveis independentes (Baltagi, 2005). Nos modelos de efeitos fixos os coeficientes podem variar de entidade para entidade, ou a mesma unidade de observação pode alterar-se ao longo da série temporal adoptada, ainda que se mantenham como variáveis fixas, não aleatórias (Green, 2008). Neste tipo de regressão os termos dos erros e a constante (que têm características individuais) não devem ser correlacionadas com as outras, se assim for, então os efeitos fixos não são os adequados (Green, 2003).

No modelo de efeitos aleatórios é assumido que a variação entre as entidades é aleatória e não correlacionada com as variáveis independentes incluídas no modelo, bem como o termo do erro da entidade também não é correlacionado admitindo que as variáveis de tempo-invariantes desempenhem um papel de variáveis explicativas (Baltagi, 2005). Ao utilizarmos os efeitos aleatórios temos a vantagem de que poupamos graus de liberdade, uma vez que não é preciso estimar coeficientes do termo independente e a sua variância e estimação são feitas por mínimos quadrados generalizados (Gujarati, 2004).

Seguidamente é apresentada a forma geral dos modelos de dados em painel:

$$dlypc_{i,t} = \alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{k,i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

Onde observamos que  $\varepsilon_{it} = \alpha_i + u_{i,t}$  é o termo do erro, e  $\alpha_i$  ( $i=1\dots n$ ) é a intercepção desconhecida para cada entidade ( $n$  entidades - intercepção específica);  $\beta_k$  é o vector dos parâmetros para as variáveis independentes  $X_k$  para o país  $i$  no tempo  $t$ .

## 4. Resultados

Para estimação dos resultados utilizámos vários métodos existentes para os dados em painel, tais como, o modelo OLS, o modelo de efeitos fixos e o modelo de efeitos aleatórios. Estes modelos foram realizados com os desvios padrão com e sem efeitos robustos de modo a corrigir a heterocedasticidade observada através do teste Wald. Este teste tem como hipótese nula ( $H_0$ ) de que o  $\sigma_i^2 = \sigma^2$  para todos os  $i$ .

Seguidamente, executámos também o teste de Wooldridge que tem como hipótese nula a não existência de auto-correlação. Visto que a probabilidade obtida foi inferior a 0.05, rejeitámos  $H_0$ , o que significa que existe autocorrelação das series. Este teste estuda a correlação das series nos erros idiossincráticos num modelo de dados em painel (Wooldridge, 2002).

Os testes de Pesaran, Frees e Fridman estudam, para modelos de dados em painel, a dependência seccional em efeitos fixos e efeitos aleatórios. Estes testes foram realizados e foi concluído que havia dependência das entidades (ANEXO 2). Foi possível chegar a esta conclusão devido à rejeição da hipótese nula ( $H_0$ : não existe dependência seccional).

Realizamos o teste West para verificar se existia cointegração das séries. A ideia subjacente a este teste é de testar a ausência de cointegração, de forma a determinar se os membros do painel individuais são a correcção dos erros (Westerlund, 2007). Verificámos que não existia cointegração das séries e por isso passámos para um modelo de curto prazo. Ainda optámos por verificar se existia memória longa através da regressão utilizando as variáveis em logaritmos, mas chegámos à conclusão de que não existe.

Com o objectivo de investigar a estacionariedade das variáveis foram realizados testes às raízes unitárias através do teste às raízes unitárias (ANEXO 3). Verificámos que a maioria das séries são estacionárias, o que significa que a média e a variância são constantes.

Para calcular os factores de inflação da variância das variáveis independentes utilizámos o teste VIF, este teste é frequentemente utilizado para detectar a colinearidade dos regressores com a constante (tabela 2).

Foi também realizada a matriz das correlações para as variáveis em logaritmos e em diferenças logarítmicas de forma a analisar se as variáveis eram correlacionadas umas com as outras. Como podemos observar na tabela 2, verificamos que as correlações das variáveis em diferenças logarítmicas são mais baixas do que com as variáveis em logaritmos. Observámos também que a maior correlação (0.602) é entre a variável dependente (PIB per capita) e a variável independente (exportações de bens e serviços).

**Tabela 2** - Matriz das Correlações o factor de inflação da variância.

	<i>lypc</i>	<i>lepc</i>	<i>lnpc</i>	<i>lkpc</i>	<i>lxpc</i>		<i>dlypc</i>	<i>dlepc</i>	<i>dlnpc</i>	<i>dlkpc</i>	<i>dlxpc</i>
<i>lypc</i>	1					<i>dlypc</i>	1				
<i>lepc</i>	0.5620	1				<i>dlepc</i>	0.5075	1			
<i>lnpc</i>	0.5843	0.4942	1			<i>dlnpc</i>	0.4617	0.1546	1		
<i>lkpc</i>	0.9906	0.5828	0.5560	1		<i>dlkpc</i>	0.4986	0.3708	0.1612	1	
<i>lxpc</i>	0.9185	0.7048	0.5452	0.9127	1	<i>dlxpc</i>	0.6024	0.3697	0.1986	0.2722	1
VIF		2.19	1.55	6.57	8.22			1.28	1.06	1.20	1.21
VIF Médio		4.63						1.19			

Posteriormente a este conjunto de testes, estimamos o modelo utilizando o método dos mínimos quadrados OLS e concluímos que este estimador não era o mais indicado, devido aos resultados obtidos através dos testes F e Wald. Concluímos também através destes testes que na regressão OLS as variáveis explicativas não explicam a variável dependente. Posto isto, passámos por executar a regressão de efeitos fixos e aleatórios, onde através do teste de Hausman concluímos que os efeitos fixos era a regressão mais indicada.

Na tabela 3 são apresentados os modelos obtidos, onde podemos observar que no modelo de efeitos fixos com os desvios padrão *standard* e corrigidos (robustos), todas as variáveis são estatisticamente significantes a um grau de significância de 1%, de onde podemos concluir que a variável do *stock* de capital em diferenças logarítmicas (*dlkpc*) é a que tem um maior contributo para o PIB per capita, com o valor da elasticidade de 0.6193927 e também que as exportações de bens e serviços (*dlxpc*) são o que menos contribuem para a variável dependente (*dlypc* - 0.165661).

Depois de observarmos que existia autocorrelação das series e heterocedasticidade das variáveis, reunimos as condições para estudar o estimador Driscoll-Kraay para uma melhor análise dos resultados. Esta regressão permite corrigir a heterocedasticidade, a autocorrelação dos erros e também o impacto que as variáveis omissas possam ter. Após a conclusão deste teste observámos que as variáveis explicativas continuaram a ser significativas para a variável dependente mas a constante do modelo deixou de ser significativa.

Tabela 3 - Apresentação dos resultados

Modelos	I		II		III		IV
	OLS		EA		EF		Driscoll-Kraay
Variáveis	Sem robustos	Com robustos	Sem robustos	Com robustos	Sem robustos	Com robustos	
<i>dlepc</i>	.123019*** (.0157077)	.123019*** (.0186723)	.1233464*** (.0156994)	.1233464*** (.0228599)	.1286681*** (.0156778)	.1286681*** (.0262271)	.1286681*** (.0219582)
<i>dlnpc</i>	.4463412*** (.0367842)	.4463412*** (.0573386)	.4461859*** (.0367402)	.4461859*** (.0639325)	.4423664*** (.0363111)	.4423664*** (.0642019)	.4423664*** (.0640406)
<i>dlkpc</i>	.5098285*** (.0526706)	.5098285*** (.0684723)	.5150737*** (.0529007)	.5150737*** (.0555696)	.6193927*** (.0576907)	.6193927*** (.0566132)	.6193927*** (.0992904)
<i>dlxpc</i>	.1686342*** (.0117915)	.1686342*** (.0142923)	.1684578*** (.0117795)	.1684578*** (.0206751)	.165661*** (.011673)	.165661*** (.0224314)	.165661*** (.0183505)
Constante	-.0007422 (.0014206)	-.0007422 (.0015187)	-.0008668 (.0014348)	-.0008668 (.0014828)	-.0033641* (.001531)	-.0033641** (.0011149)	-.0033641 (.0024685)
N	630	630	630	630	630	630	630
R2	.6183	.6183			.6294	.6294	0.6294
Wooldridge	36.077						
Teste Pesaran					4.865***		
Teste Frees					0.189***		
Teste Friedman			104.571***				
F (N(0,1))	253.14***	173.69***			259.83***	396.29***	136.49***
Teste LM			8.53**				
Teste Wald			1014.72***	1062.05***			
Hausman					23.03**		

Nota: Desvios padrões entre parêntesis. OLS- Mínimos quadrados Ordinários. 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. O teste Wald tem distribuição  $\chi^2$  e testa a hipótese nula de não significância de todos os coeficientes das variáveis explicativas. O teste LM tem distribuição  $\chi^2$  e testa a hipótese nula da não relevância dos efeitos individuais. O teste de Hausman tem distribuição  $\chi^2$  e testa a hipótese nula da diferença dos coeficientes não ser sistemática entre os dois estimadores seleccionados. Os \*\*\*, \*\*, \* denotam significância de 1, 5, e 10 % respectivamente.

## 5. Discussão

Uma das preocupações a nível global é o desenvolvimento e crescimento da economia de uma forma sustentável. Ao longo dos últimos anos tem-se verificado um aumento significativo da população mundial, o que leva ao aumento do consumo de energia para fazer face ao crescimento económico actual. Das várias questões que surgem em relação a esta matéria é importante perceber a influência de certos factores que podem influenciar o crescimento económico dos países e consequentemente a energia consumida por eles.

Num estudo realizado (Lee, 2005) concluiu-se que o *stock* de capital tinha um uma grande importância para o crescimento do PIB em 14 países em desenvolvimento. No nosso caso, concluímos que *stock* de capital é o factor que tem maior influência para o crescimento económico, o que vai de acordo com o que o autor anteriormente referido concluiu. O sinal desta variável vai ao encontro do esperado, pois para uma economia ser forte é necessário que haja capital para investir e consequentemente os países terão possibilidade de se expandirem e terem crescimento económico.

Actualmente, com a crise mundial, várias têm sido as medidas políticas adoptadas pela União Europeia com o objectivo de reduzir o desemprego que se verifica. Outro factor que revelou ser o segundo com maior influência no nosso estudo foi o emprego e como era de esperar influencia positivamente o crescimento económico dos países analisados, isto é, por cada unidade adicionada ao emprego o PIBpc aumenta 0.442. Esta variável é importante porque quantas mais pessoas estiverem empregadas mais consumo de bens e serviços podem realizar o que torna o crescimento do PIBpc mais acentuado levando ao crescimento da economia.

Sendo o crescimento económico um fenómeno complexo influenciado por diversos factores, também as exportações de bens e serviços fazem parte dele. No nosso estudo observámos que por cada unidade adicional nas exportações de bens e serviços, o PIBpc aumentava 0.166. Este foi um dos factores que tem menos influência no crescimento do PIBpc. Apesar de não ter tanta influencia como os factores anteriormente referidos, as exportações de bens e serviços são necessárias para estimular o crescimento económico, pois possibilitam a troca de bens e serviços entre os países e o crescimento do PIB.

O consumo de energia apesar de ser o factor que revelou ter um menor impacto no crescimento do PIBpc é causador de uma grande preocupação por parte da UE, visto que ultimamente têm sido adoptadas políticas para reduzir a emissão de gases de efeito de estufa, tal como o Protocolo de Quioto. No entanto, como era esperado, esta variável contribui positivamente para o PIBpc, o que significa que quanto mais consumo de energia os países tiverem, mais possibilidade têm de ter um bom desempenho no crescimento económico.

Todos estes factores têm ligação, visto que todas estas variáveis tem uma certa interacção umas com as outras, isto é, para haver crescimento do PIBpc é necessário que

exista capital para investir na produção de bens e serviços de forma a estimular a economia, que conseqüentemente implica que existam pessoas para produzir esses bens e serviços gerando emprego e o consumo dos mesmos. Estes factos podem estimular o aumento das exportações e também o consumo de energia.

Como verificamos nos testes realizados os efeitos fixos são os mais adequados e podemos concluir que os países reagem de maneira diferente às variáveis em questão, por exemplo, no caso das exportações é provável que estas tenham mais influência no PIBpc de alguns países do que noutros, porque as políticas adoptadas pela União Europeia podem ter um impacto diferente consoante o país a adoptar as medidas impostas por esta comunidade.

Quando se verifica dependência entre as entidades pode-se afirmar que os países têm choques comuns isto é, o facto de um país sofrer um choque temporal de curto prazo influencia a globalidade dos países. Podemos dar como exemplo, o caso da Grécia onde alterações dos factores macroeconómicos estão a influenciar a economia dos países da zona euro.

Em suma, o crescimento económico é um fenómeno complexo que é influenciado por diversos factores que tanto no curto como no longo prazo pode ter diferentes influências dos demais factores macroeconómicos.

## 6. Conclusão

Este estudo analisou a relação entre o crescimento económico e o consumo de energia tendo em conta os factores de produção, trabalho e capital, bem como uma variável de comércio externo (exportações). Foram considerados 15 países da União Europeia no período de 1965-2010 e foram utilizados os modelos de dados em painel para estimar os efeitos das variáveis dependentes nas variáveis explicativas.

Através da elaboração dos modelos OLS, efeitos fixos e efeitos aleatórios concluímos que o modelo a utilizar é o de efeitos fixos. Quer isto dizer que os países estudados reagem de maneira diferente em relação ao que se refere ao *stock* de capital, emprego, exportações e consumo de energia, no curto prazo. Uma das causas possíveis para isto se verificar é porque os países analisados são economias abertas e por fazerem parte da União Europeia têm de cumprir acordos e políticas iguais para todos que têm impactos diferentes em cada economia desse país.

Concluímos também que o factor, que no curto prazo mais impacto tem no rendimento *per capita* de cada país é o *stock* de capital. Este factor revelou-se importante visto que numa economia, o capital, é essencial para os investimentos que cada país faz, bem como a poupança que conseguem realizar através desses investimentos. Através da conjugação e eficiência dos investimentos com a poupança contribui para o crescimento tanto da população como do país em questão.

Para uma economia próspera é necessário criar emprego. A conclusão a que se chegou foi de que esta variável é a segunda com maior impacto no rendimento *per capita* de um país. As preocupações na UE em relação ao emprego têm vindo a aumentar devido ao aumento da taxa de desemprego nos países pertencentes a esta união, provavelmente devido ao impacto que este factor está a ter na economia europeia, será necessário que sejam realizadas políticas de incentivos à criação de emprego.

Outra conclusão a que se chegou foi de que as exportações são um factor a que também se deve dar importância porque tem um impacto positivo no PIBpc dos países. Esta situação já era esperada visto que os países que consigam exportar os bens e serviços que produzem para os países estrangeiros, mais moeda entra no país e conseqüentemente mais aumento no PIBpc se verifica.

O factor com menos impacto no PIBpc de um país no curto prazo é o consumo de energia. Apesar de ser o factor com menos impacto na economia, tem sido bastante estudado ao longo dos anos visto que é um factor de tem tido uma maior atenção por parte dos países a nível mundial devido ao rápido crescimento mundial. Por ser importante para a economia de um país, as discussões acerca deste tema têm sido bastantes, visto que a população está a aumentar cada vez mais e para acompanhar este aumento é necessário mais consumo de energia por parte dos países, para produzirem bens e serviços suficientes para acompanhar este crescimento.

Os resultados apresentam que todas as variáveis estudadas têm impacto positivo no rendimento *per capita* dos países analisados. Podemos afirmar independentemente da variável que esteja em questão, tanto o capital, como o trabalho, o emprego e as exportações são essenciais para o bom funcionamento na economia de um país, visto que se estas variáveis não tiverem bons resultados na economia, dificilmente o país consegue ter um bom rendimento *per capita*.

# Bibliografia

Baltagi B., 2005. *Econometric Analysis of Panel Data*, 3rd.

Akarca A.T., Long T.V., 1980. On the relationship between energy and GNP: a re-examination. *Journal of Energy Development*. 5, 326-331.

Ciarreta A., Zarraga A., 2010. Economic growth-electricity consumption causality in 12 European countries: A dynamic panel data approach. *Energy Policy*. 38, 3790-3796.

Cong W., Aidong W., Chongqi W., 2011. Analyze the relationship between energy consumption and economic growth in China. *Energy Procedia*. 5, 974-979.

Fuinhas J.A., Marques A.C., 2012. Energy consumption and economic growth nexus in Portugal, Italy, Greece, Spain and Turkey: An ARDL bounds test approach (1965-2009). *Energy Economics*. 34, 511-517.

Ghali K.H., El-Sakka M.I.T., 2004. Energy use and output growth in Canada: a multivariate cointegration analysis. *Energy Economics*. 26, 225-238.

Greene, W., 2003. *Econometric Analysis*, 5th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs.

Green W., 2008. *Econometric Analysis*, 6th ed., Prentice Hall.

Gujarati D., 2004. *Basic Econometrics*, McGraw-Hill.

Halicioglu F., 2009. An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*. 37, 1156-1164.

Kraft J., Kraft A., 1978. On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy and Development*. 3, 401-403.

Lee C. et al, 2008. Energy-income causality in OECD countries revisited: The key role of capital stock. *Energy Economics*. 30, 2359-2373.

Lee C., Chien M., 2010. Dynamic modelling of energy consumption, capital stock, and real income in G-7 countries. *Energy Economics*. 32, 564-581.

Menegaki A.N., 2011. Growth and renewable energy in Europe: a random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy Economics*. 33 , 257-263.

- Narayan P.K., Prasad A., 2008. Electricity consumption-real GDP causality nexus: evidence from a bootstrapped causality test for 30 OECD countries. *Energy Policy*. 36, 910-918.
- Narayan P.K., Smyth R., 2005. Electricity consumption, employment and real income in Australia evidence from multivariate Granger causality tests. *Energy Policy*. 33, 1109-1116.
- Ozturk I., 2010. A literature survey on energy-growth nexus. *Energy Policy*. 38 ,340-349.
- Paul S., Bhattacharya R.N., 2004. Causality between energy consumption and economic growth in India: a note on conflicting results. *Energy Economics*. 26, 977-983.
- Sari R., Soytas U., 2007. The growth of income and energy consumption in six developing countries. *Energy Policy*. 35, 889-898.
- Stern D. I., 1993. Energy use and economic growth in the USA: a multivariate approach. *Energy Economics*. 15, 137-150.
- Stern D.I., 2000. A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy. *Energy Economics*. 22, 267-283.
- Tsani S.Z., 2010. Energy consumption and economic growth: a causality analysis for Greece. *Energy Economics*. 32, 582-590.
- Wang Y., 2011. Energy consumption and economic growth in China: A multivariate causality test. *Energy Policy*. 39, 4399-4406.
- Westerlund J., 2007. Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 69, 709-748.
- Wooldridge, J. M. 2002. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Yu E.S.H., Choi P.C.Y., Choi J.Y., 1988. The relationship between energy and employment: a re-examination. *Energy Systems Policy*. 11, 287-295.
- Yu S.H., Jin J.C., 1992. Cointegration tests of energy consumption, income and employment. *Resources Energy*. 14, 259-266.

Yuan J.-H., Kang J.-G., Zhao C.-H., Hu Z.-G., 2008. Energy consumption and economic growth: evidence from China at both aggregated and disaggregated levels. *Energy Economics*. 30, 3077-3094.

## Anexos

### o ANEXO 1 - Correção dos Dados

Alemanha: (Ano base: 1991)

$$\frac{\text{Alemanha (Total)}}{\text{Alemanha (Occidental)}} = x$$

x \* ano = valor da variável para o ano em questão

Bélgica e Luxemburgo:

Valor da Bélgica + Valor do Luxemburgo = Valor da variável para o ano em questão

### o ANEXO 2 - Estatísticas descritivas e Dependência Seccional

Estatísticas Descritivas						Dependência das entidades			
Variáveis	Obs.	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CD-teste	Valor p	corr	abs (corr)
<i>Lypc</i>	644	-3.726563	.9710112	-5.486788	-1.120245	63.22	0.000	0.977	0.977
<i>Lepc</i>	644	-5.71962	.4566466	-7.65485	-5.039791	42.48	0.000	0.657	0.662
<i>Lnpc</i>	644	-.8442305	.120618	-1.200884	-.6211047	27.43	0.000	0.424	0.546
<i>Lkpc</i>	644	-2.671306	.9728501	-4.646384	-.0391325	64.04	0.000	0.990	0.990
<i>Lxpc</i>	644	-5.182627	1.353518	-8.13185	-1.769072	63.63	0.000	0.983	0.983
<i>Dlypc</i>	630	.0228822	.025952	-.0906308	.1057715	35.61	0.000	0.556	0.556
<i>Dlepc</i>	630	.015159	.0461748	-.2687879	.1713762	27.81	0.000	0.435	0.437
<i>Dlnpc</i>	630	.0009349	.0179349	-.1151365	.0946891	21.42	0.000	0.335	0.335
<i>Dlkpc</i>	630	.0245989	.0133303	-.0110571	.0856194	41.14	0.000	0.643	0.643
<i>Dlxpc</i>	630	.0521902	.059848	-.2470789	.2706332	35.58	0.000	0.556	0.556

### o ANEXO 3 - Testes de raízes unitárias

	LLC	Breitung	IPS
<i>Dlypc</i>	-7.0031***	-6.7221***	-5.1713***
<i>Dlepc</i>	-9.9495***	-8.9854***	-6.7338***
<i>Dlnpc</i>	-11.8205***	-10.5178***	-7.4121***
<i>Dlkpc</i>	-5.4384***	-5.2918***	-0.8456
<i>Dlxpc</i>	-6.9051***	-6.6368***	-7.6753***

Nota: T ajustado para o teste LLC