



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Ciências Sociais e Humanas

**Impacto do Consumo de Energia Renovável e Não  
Renovável no Crescimento Económico:  
Abordagem empírica em painel**

**Tiago João Patrício Reis**

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

Orientador: Prof. Doutor António Manuel Cardoso Marques

**Covilhã, Junho de 2015**



# Agradecimentos

A elaboração desta dissertação só foi possível com a presença e apoio de algumas pessoas que de uma forma ou outra me deram motivação para atingir este objetivo.

Em primeiro lugar agradeço à minha família pelo esforço e apoio que me deram, não só nesta fase mas sempre. Um enorme obrigado por terem acreditado que iria ser capaz.

Agradeço também à minha namorada pelo apoio incondicional e pela força dada sempre que as dificuldades eram maiores, sem dúvida que foi a pessoa que mais contribuiu para a minha motivação neste trabalho.

Agradeço ainda ao meu orientador, Professor Doutor António Manuel Cardoso Marques por toda a força, empenho, paciência e vontade para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Por fim mas não menos importante agradeço aos meus amigos e colegas por estarem sempre presentes.



## Resumo

Este trabalho analisa a causalidade crescimento económico e consumo de energia primária, usando para isso o consumo de energia de forma desagregada em renovável e não renovável. São utilizados dados em painel com periodização anual compreendidos entre 1995 a 2013 para um conjunto dos 22 países líderes de produção de energia em algum tipo de fonte. O uso do modelo ARDL permite capturar os efeitos de curto e de longo prazo. Verifica-se a ausência de cointegração usando o teste de Westerlund. O rácio exportação/importação de bens e serviços *per capita* apresenta um efeito de curto prazo negativo no crescimento, isto pode indiciar a presença da maldição dos recursos. Os resultados confirmam a hipótese de crescimento, ainda que de forma não absolutamente coincidente nas fontes renováveis e não renováveis. De facto, verifica-se que o consumo de energia não renovável influencia positivamente o crescimento económico, enquanto que o consumo de energia renovável tem um impacto positivo apenas no curto prazo no produto, sendo no entanto de baixa magnitude.

## Palavras-chave

Consumo de energia; energia renovável e não renovável; crescimento económico; modelo ARDL



## Abstract

This study analyzes the energy consumption-economic growth nexus, using for it energy consumption disaggregated into renewable and non-renewable. Panel data are used with annual periodicity ranging from 1995 to 2013 for a set of 22 countries leaders in some kind of source of energy production. The use of ARDL model can capture the short - term effects and long - term. The non presence of cointegration using Westerlund test is checked . The ratio export / import of goods and services per capita has a negative short-term effect on growth , this may indicate the presence of the resource curse . The results confirm the hypothesis growth, although so absolutely coincident in renewable and non-renewable. In fact, it appears that the non-renewable energy consumption influence positively economic growth, while renewable energy consumption has a positive impact only in the short term in the product, and however low magnitude.

## Keywords

Energy consumption; renewable and non-renewable energy; economic growth; ARDL model



# Índice

1.Introdução .....	1
2. Revisão da Literatura .....	3
3. Dados e Metodologia .....	7
3.1. Dados .....	7
3.2. Metodologia .....	8
4.Resultados .....	12
5. Discussão .....	16
6. Conclusão .....	18
Referências Bibliográficas .....	19



# Lista de Tabelas

Tabela 1 - Síntese da literatura sobre consumo de energia/eletricidade e crescimento económico

Tabela 2 - Estatísticas descritivas e *cross section dependence*

Tabela 3 - Matrizes de correlação e estatísticas VIF

Tabela 4 - Testes de raiz unitária

Tabela 5 - Teste de cointegração Westerlund (2007)

Tabela 6 - Estimadores Heterogéneos e testes de Hausman

Tabela 7 - Testes específicos

Tabela 8 - Resultado das estimações

Tabela 9 - Elasticidades, Impactos e velocidade de ajustamento



# Lista de Acrónimos

ADF	Augmented Dickey Fuller
ARDL	Autoregressive Distributed Lag
CD	Cross section dependence
ECM	Error Correction Mechanism
FE	Efeitos fixos
MG	Mean Group
OLS	Ordinary Least Squares
PMG	Pooled Mean Group
RE	Efeitos Aleatórios
VIF	Variance Inflation Factor



# 1.Introdução

O nexus consumo de energia crescimento económico tem sido abundantemente tratado na literatura, ainda que os seus resultados não sejam consensuais, pois as metodologias usadas são diferentes, assim como os objetos de estudo e o horizonte temporal. O consumo de energia tem sido relacionado com o crescimento económico, uma vez que a energia é um input indispensável na função de produção agregada. Assim é considerado que as políticas de energia seguidas têm influência no crescimento económico (Yıldırım et al., 2014).

O consumo de energia é um indicador de desenvolvimento interno, pois os países desenvolvidos têm um consumo de energia superior ao de países em desenvolvimento. Assim é esperado o aumento do consumo de energia nos países em desenvolvimento de forma a acompanhar o crescimento.

A relação causal entre produto e consumo de energia resultou em quatro hipóteses (Ozturk, 2010; Payne, 2010). A hipótese de neutralidade consiste na não existência de qualquer relação causal entre consumo de energia e crescimento económico. A hipótese de conservação afirma que há uma relação causal entre crescimento e consumo de energia, ou seja esta hipótese é confirmada se um aumento no crescimento económico causar um aumento do consumo de energia. A hipótese de crescimento reconhece uma relação entre consumo de energia e crescimento económico, assim a implementação de medidas de conservação de energia podem afetar negativamente o crescimento. Por fim a hipótese de feedback afirma que existe uma relação bidirecional entre consumo de eletricidade e crescimento, ou seja ambos os indicadores são afetados um pelo outro.

A relação positiva entre consumo de energias renováveis com o crescimento económico foi verificada por exemplo por Al-mulali et al (2014). Daqui resulta que o investimento em renováveis pode ser considerado uma boa opção tendo em vista o aumento do produto. No entanto, este tema não é consensual, uma vez que autores como Chang et al. (2009) chegaram à conclusão que não se verifica qualquer relação entre consumo de energias renováveis e crescimento económico.

Este trabalho busca a resposta à questão “Qual o impacto que a energia renovável e não renovável têm no crescimento económico?” de forma a analisar que tipo de energia tem mais impacto na obtenção de riqueza. Assim este trabalho pode ser mais uma ferramenta para os decisores de política de energia na implementação de medidas de energia que estimulem o crescimento económico.

No estudo são utilizados dados em painel de 22 países presentes no top 10 da produção de energia em algum tipo de fonte, com um horizonte temporal compreendido entre 1995 e 2013. De forma a obter resultados mais ricos estima-se o modelo ARDL, que permite a desagregação dos efeitos totais de forma a verificar qual o impacto que a energia renovável e não renovável tem no crescimento económicos no curto e no longo prazo.

O estudo apresenta uma sequência que se inicia na próxima secção, onde se faz a revisão da literatura referente ao tema. Nesta secção pretende-se analisar a relação entre consumo de energia e crescimento económico já estudada. Na secção 3 apresentam-se os dados, modelos e metodologias utilizadas, fornecendo-se uma análise preliminar sobre o tratamento dos dados. Nas secções 4 e 5 procede-se à análise dos resultados e discussão. O capítulo 6 conclui.

## 2. Revisão da Literatura

Apesar da existência de uma extensa literatura sobre o consumo de energia e o crescimento económico, as evidências empíricas sobre a relação causal apresentam-se divergentes. A falta de consenso pode ser atribuída a vários fatores. Bastola and Sapkota (2015) destacam alguns desses fatores, nomeadamente as diferenças de desenvolvimento entre os países, as políticas seguidas, os dados utilizados e as metodologias aplicadas.

Desde o pioneiro trabalho de Kraft and Kraft (1978) muitos se seguiram. Este trabalho estudou a relação causal entre energia e Produto Nacional Bruto (PNB) dos Estados Unidos durante o período de 1947-1974. Verificaram a presença de uma causalidade unidirecional do PNB para a energia, concluindo que o governo poderia implementar políticas de conservação de energia sem que houvesse qualquer efeito negativo no crescimento. A direção da causalidade é importante, uma vez que altera as implicações da política energética, pois se houvesse uma causalidade com a direção inversa, uma implementação de uma política de conservação de energia teria um impacto negativo no crescimento.

A presença de uma causalidade bidirecional entre o consumo de energia e o crescimento económico, conhecida como hipótese de feedback, implica que o consumo de energia e o crescimento são afetados por choques em conjunto, ou seja o consumo de energia afeta o crescimento económico e o crescimento económico afeta o consumo de energia. Assim a implementação de políticas de conservação de energia terá um efeito adverso sobre o crescimento económico (Apergis and Payne, 2009; Narayan and Smyth, 2009). A existência de uma causalidade unidirecional da energia para o crescimento, hipótese do crescimento, implica que o país é dependente de energia para crescer. Assim políticas energéticas focadas na conservação terão um efeito adverso no crescimento (Apergis and Payne, 2010; Solarin, 2011)). No entanto, se for verificada uma causalidade unidirecional inversa, ou seja do crescimento para o consumo energético, estamos na presença da hipótese de conservação, o que implica que o país é menos dependente do consumo de energia para crescer economicamente. Assim a implementação de políticas de conservação terá pouco ou nenhum efeito sobre o crescimento económico (Shaari et al., 2013; Zhang and Cheng, 2009). Por último a inexistência de nexos causalidade entre o consumo energético e o crescimento, hipótese de neutralidade, pressupõe que qualquer que seja a política energética, expansionista ou mais conservadora, não haverá nenhum efeito no crescimento económico (Acaravci and Ozturk, 2010).

A literatura tem mostrado evidência empírica para uma outra relação não contemplada nas 4 hipóteses tradicionais, levando por isso a pensar que possa ser considerada como uma quinta hipótese (Costa and Santos, 2013). Esta hipótese surgiu num estudo que se foca em países ricos em recursos naturais, tais como carvão, gás natural e petróleo. Neste estudo é apresentada a hipótese de que um aumento do consumo provoca uma diminuição do

PIB, esta diminuição está associada à maldição de recursos (Sachs and Warner, 2001; Robinson et al., 2014).

Existem autores que procuram explicar a causalidade entre o produto e a energia usando-a de diferentes formas. Pode ser usada de forma agregada, ou seja, usando o consumo/geração de energia como um todo, não especificando qual o tipo de fonte utilizada na sua obtenção (e.g. Chontanawat et al., 2008; Eggoh et al., 2011; Fuinhas and Marques, 2012; Ozturk et al., 2010). No entanto a energia também pode ser dividida de acordo com o tipo de fonte, ou apenas especificá-la em Renovável e não Renovável (e.g. Al-mulali et al., 2014; Apergis and Payne, 2012; Pao and Fu, 2013).

É possível agrupar a literatura existente conforme é usada a energia em três conjuntos (Apergis and Payne, 2012). O primeiro inclui os estudos que investigam a relação entre o consumo de energia agregada e o crescimento económico, não sendo considerada qualquer distinção qualitativa (e.g. Alshehry and Belloumi, 2015; Apergis and Payne, 2009; Chontanawat et al., 2008; Eggoh et al., 2011; Kasman and Duman, 2015). No segundo leque é apenas abordada a relação entre o consumo de energias renováveis e o crescimento económico (e.g. Al-mulali et al., 2013; Lin and Moubarak, 2014; Sadorsky, 2009; Sebri, 2015). Por último considera-se a última tendência na literatura a existência de estudos em que decompõem os efeitos do consumo de energia renovável e não renovável no crescimento económico (e.g. Al-mulali et al., 2014; Apergis and Payne, 2012; Pao and Fu, 2013; Salim et al., 2014).

As metodologias usadas assim como os objetos de estudo são distintos. Na tabela 1 apresenta-se uma síntese de estudos elaborados que relacionam o consumo de energia/eletricidade e crescimento económico.

**Tabela 1- Síntese da literatura sobre consumo de energia/eletricidade e crescimento económico**

Autores	Horizonte Temporal	Objeto de estudo	Metodologia	Resultados
(Ho and Siu, 2007)	1996-2002	Hong Kong	Johansen cointegration	Eletricidade e PIB são cointegrados
(Abbas and Choudhury, 2013)	1950-1997	Índia e Paquistão	Johansen cointegration	Eletricidade e PIB não são cointegrados
			VECM Granger causality	Consumo de eletricidade → Crescimento na Índia e no Paquistão
(Ghosh, 2002)	1950-1997	Índia	Johansen cointegration	Eletricidade e PIB são cointegrados
			VAR Granger causality	Crescimento → Consumo de eletricidade
(Jumbe, 2004)	1970-1999	Malawi	ADF cointegration	Eletricidade e PIB são cointegrados

			test	
			VECM Granger causality	Consumo de eletricidade ↔ Crescimento
(Bildirici and Kayıkçı, 2012)	1990-2009	Republica Soviética	Pedroni cointegration test	Eletricidade e PIB são cointegrados
			Fully modified OLS test	Consumo de eletricidade → Crescimento
			ARDL bound testing	
			VECM Granger causality	
(Shahbaz et al., 2011)	1971-2009	Portugal	ARDL bound testing	Eletricidade e PIB são cointegrados e têm uma relação de longo prazo
			Johansen cointegration test	
			VECM Granger causality	Consumo de eletricidade ↔ Crescimento
(Kouakou, 2011)	1971-2008	Costa do Marfim	ARDL bound test	Eletricidade e PIB são cointegrados
			VECM Granger causality	Consumo de eletricidade ↔ Crescimento
(Sadorsky, 2009)	1994-2003	Países Emergentes	Pedroni cointegration	Eletricidade renovável, não renovável e PIB são cointegrados
			FMOLS, DOLS and OLS	Consumo de eletricidade ≠ Crescimento
			VECM Granger causality	
(Apergis and Payne, 2010b)	1985-2005	Países da OCDE	Pedroni cointegration	Eletricidade renovável, não renovável e PIB são cointegrados e eletricidade renovável tem um efeito de longo prazo no PIB
			FMOLS	Consumo de eletricidade ↔ Crescimento
			VECM Granger causality	
(Yıldırım et al., 2014)	1971-2010	11 Países	ARMA	Crescimento → Consumo de

				energia
(Damette and Seghir, 2013)	1990-2010	12 Países exportadores de petróleo	Panel cointegration	Consumo de energia → Crescimento (curto prazo) Crescimento → Consumo de energia (longo prazo)
(Fuinhas and Marques, 2012)	1965-2009	Portugal, Itália, Grécia, Espanha e Turquia	ARDL	Crescimento ↔ Consumo de energia (curto e longo prazo)
(Tugcu et al., 2012)	1980-2009	Países G7	Hatemi-J causality tests	Consumo de energia ≠ Crescimento para a França, Itália, Canada e EUA Consumo de energia ↔ Crescimento para Inglaterra e Japão Crescimento → Consumo de energia para a Alemanha

Nota: →, ↔ e ≠ representam respetivamente, causalidade unidirecional, causalidade bidirecional e neutralidade.

## 3. Dados e Metodologia

A análise inicia-se pela identificação das variáveis utilizadas. Tendo em conta os dados recolhidos procede-se à descrição da metodologia.

### 3.1. Dados

Os dados utilizados apresentam a periodização anual cobrindo o horizonte temporal compreendido entre 1995 a 2013. Foram recolhidos os dados para um painel de 22 países: China, EUA, Alemanha, Espanha, Índia, França, Itália, Reino Unido, Portugal, Dinamarca, Canadá, Rússia, Bélgica, Eslováquia, Ucrânia, Hungria, Suíça, Suécia, Japão, República Checa, Austrália e Brasil. A presença no top 10 mundial de produção de energia em algum tipo de fonte foi o critério de escolha dos países a integrar o painel. Para tratamento dos dados visando a análise econométrica foram utilizados os *softwares* Eviews8 e Stata13. As fontes dos dados foram a World Bank Data para o Produto Interno Bruto per capita (*GDPPC*); exportação e importação de bens e serviços e a população. Da BP Statistical Review of World Energy, 2014 foram retirados o consumo de energia renovável; consumo de energia não renovável. As unidades das variáveis foram as seguintes: (i) *GDPPC* (constant 2005 US\$); (ii) Consumo de energia não renovável (million tonnes oil equivalent); (iii) consumo de energia renovável (million tonnes oil equivalent); (iv) importação e exportação de bens e serviços (constant 2005 US\$); (v) população (nº total de indivíduos). Seguidamente são apresentadas as variáveis usadas e a sua génese.

- Produto Interno Bruto per capita (*GDPPC*) - Variável obtida diretamente da base de dados.
- Consumo de energia não renovável per capita (*NRPC*) - Variável obtida em duas fases, a primeira resultou do cálculo do consumo de energia não renovável através da soma do consumo de energia obtida a partir de três fontes: carvão, gás natural e petróleo. A segunda fase consistiu na divisão da soma resultante pela população.
- Consumo de energia renovável per capita (*REPC*) - À semelhança da variável anterior, esta foi obtida de forma idêntica, sendo calculado o valor total da energia renovável somando as fontes: geotérmica e biomassa, solar, eólica e hídrica. Posteriormente a soma resultante foi dividida pela população.
- Rácio Exportação/Importação de bens e serviços per capita (*RXIPC*) - Esta variável obteve-se calculando a exportação e a importação de bens e serviços per capita. Para isso dividiu-se cada uma delas pela população. O rácio foi calculado, tendo como numerador a exportação de bens e serviços *per capita* e como denominador a importação de bens e serviços per capita.

## 3.2. Metodologia

De forma a analisar o efeito que as variáveis *NRPC*, *REPC*, *RXIPC* tem na variável dependente *GDPPC*, é pertinente a desagregação dos efeitos totais em efeitos de curto e de longo prazo. O modelo Autorregressivo Distributed Lag (ARDL) é usado para dissecar as interações dinâmicas de curto e longo prazo. O modelo ARDL tem a importante característica que tornando-se robusto na presença de variáveis  $I(0)$  e  $I(1)$ . Esta metodologia permite lidar de forma adequada com cointegração ou com variáveis com padrões de memória longa (Fuinhas et al., 2014). O ARDL apresenta estimativas de parâmetros consistentes e eficientes, bem como a inferência de parâmetros com base em testes padrão (e.g. Fuinhas et al., 2014). A especificação do modelo ARDL usado inclui variáveis em logaritmos naturais, primeiras diferenças de logaritmos naturais e rácios, sendo os seus coeficientes elasticidades, semi-elasticidades e impactos, respetivamente. Assim os prefixos “L” e “D” denotam logaritmo natural e primeiras diferenças de variáveis, respetivamente. É apresentada a especificação do modelo ARDL:

$$LGDPPC_{it} = \alpha_i + \beta_{i1} LGDPPC_{it-1} + \beta_{i2} LNRPC_{it} + \beta_{i3} LNRPC_{it-1} + \beta_{i4} LREPC_{it} + \beta_{i5} LREPC_{it-1} + \beta_{i6} RXIPC_{it} + \beta_{i7} RXIPC_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

A equação (1) pode ser re-parametrizada de forma a captar os efeitos dinâmicos entre as variáveis resultando:

$$DLGDPPC_{it} = \alpha_i + \beta_{i1} DLNRPC_{it} + \beta_{i2} DLREPC_{it} + \beta_{i3} RXIPC_{it} + \gamma_{i1} LGDPPC_{it-1} + \gamma_{i2} LNRPC_{it-1} + \gamma_{i3} LREPC_{it-1} + \gamma_{i4} RXIPC_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Em que,  $\alpha$  representa a interceção,  $\beta_i$  e  $\gamma_i$  os parâmetros estimados e  $\varepsilon_i$  o termo de erro.

No estudo empírico é necessário prestar atenção à natureza das variáveis e a idiosincrasias entre os países. Por exemplo será de prever a existência de *cross section dependence* entre os países em análise, uma vez que é comum quando usados macro painéis (Fuinhas et al., 2014). De forma a obter estimações eficientes é importante analisar cuidadosamente a *cross section dependence* e a ordem de integração das variáveis. Sendo assim a tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis e o teste de *cross section dependence*.

Tabela 2- Estatísticas descritivas e *cross section dependence*

Variáveis	Estatísticas descritivas				Cross Section dependence (CD)		
	Obs	Média	Desvio-padrão	Min.	CD-test	corr	abs(corr)
<b>LGDPPC</b>	418	9,646455	1,22129	6,151605	57.26***	0.883	0.883
<b>LNRPC</b>	418	-12,89231	0,7075965	-15,29776	12.73***	0.196	0.556
<b>LREPC</b>	418	-15,46483	1,313054	-19,48026	25.98***	0.399	0.483
<b>RXIPC</b>	409	1,032557	0,2394041	0,6306123	-2.43**	-0.038	0.498
<b>DLGPPC</b>	396	0,0212621	0,0326906	-0,1557298	32.62***	0.517	0.530
<b>DLNRPC</b>	396	-0,0005479	0,0457772	-0,1806831	14.56***	0.232	0.337
<b>DLREPC</b>	396	0,0500119	0,159842	-0,4893942	3.81***	0.061	0.260
<b>DRXIPC</b>	387	-0,0022504	0,0796547	-0,5095413	0.43	0.006	0.279

Nota: CD teste apresenta distribuição  $N(0,1)$  em que  $H_0$ : cross section Independence. \*\*\* representa significância ao nível de 1% e \*\* significância ao nível de 5%. Foi usada a rotina do Stata *xtcd*

O CD teste demonstra que os países em análise partilham de efeitos de desenvolvimento comuns em todas as variáveis, à exceção das primeiras diferenças do rácio de exportação/importação de bens e serviços (DRXIPC). Este facto aceita a interdependência entre as *crosses*, o que demonstra que os países partilham de choques comuns (e.g Eberhardt, 2012). A interdependência não verificada nas primeiras diferenças do rácio exportação/importação de bens e serviços sugere que no curto prazo os países não reagem da mesma forma.

Para verificar a presença ou não de multicolinearidade entre as variáveis analisou-se a matriz de correlações e o *Variance Inflation Factor* (VIF), tabela 3.

Tabela 3- Matrizes de correlação e estatísticas VIF

	LGDPPC	LNRPC	LREPC	RXIPC	DLGPPC	DLNRPC	DLREPC	DRXIPC	
<b>LGDPPC</b>	1,0000				<b>DLGPPC</b>	1,0000			
<b>LNRPC</b>	0,6958	1,0000			<b>DLNRPC</b>	0,5246	1,0000		
<b>LREPC</b>	0,5268	0,2997	1,0000		<b>DLREPC</b>	0,0007	-0,2083	1,0000	
<b>RXIPC</b>	0,0040	0,1726	0,1834	1,0000	<b>DRXIPC</b>	-0,2263	-0,1432	0,0640	1,0000
<b>VIF</b>		1,12	1,12	1,05		1,06	1,05	1,02	
<b>Mean VIF</b>	1,10					1,04			

Os valores baixos na matriz de correlação conjugados com os valores obtidos na estatística VIF levam a crer que a multicolinearidade não será um problema. Para identificar a ordem de integração das variáveis foram feitos os testes de raiz unitária para painéis de primeira geração, nomeadamente LLC (Levin et al., 2002), ADF-Fisher (Maddala and Wu, 1999) e ADF-Choi (Choi, 2001). Os resultados apresentam-se na tabela 4. Os testes LLC e ADF

são consensuais ao apontar as variáveis como I(1), excetuando-se a variável *LGDP*, que é considerada I(0) para os testes LLC e ADF-Fisher e I(1) para ADF-Choi. Foi também feito o teste de raiz unitária de 2ª geração CIPS (Pesaran, 2007). Este teste não foi exequível para a variável *RXIPC*, uma vez que está-se na presença de um painel não balanceado, ou seja o número de observações não é o mesmo para todos os países. O teste CIPS tem a vantagem em relação aos testes de 1ª geração de ser robusto para a heterogeneidade (Fuinhas et al., 2014). Através deste teste, apesar de não revelar a mesma ordem de integração que os testes de primeira geração para a variável *LREPC*, permite-se confirmar que apenas estamos na presença de variáveis I(0) e I(1), o que é essencial para estimação do modelo ARDL.

**Tabela 4-Testes de raiz unitária**

	1ª Geração			2ª Geração
	LLC	ADF-Fisher	ADF-Choi	CIPS(Zt-bar)
		Constante		Sem tendência
<b>LGDP</b>	-3.35182***	64.6600***	-0.78475	-1.954
<b>LNRPC</b>	3.82766	14.4482	6.30278	-0.893
<b>LREPC</b>	1.92120	42.5401	3.08693	-2.496***
<b>RXIPC</b>	-1.20882	36.6496	0.70146	Não Balanceado
<b>DLGDP</b>	-9.96524***	123.726***	-6.74822***	-2.199*
<b>DLNRPC</b>	-14.6973***	243.472***	-11.1984***	-3.941***
<b>DLREPC</b>	-14.5288***	259.514***	-12.5902***	-4.573***
<b>DRXIPC</b>	-9.60352***	166.544***	-8.43359***	Não Balanceado

Nota: \*\*\*, \*\*, \* representa significância a 1%, 5% e 10% respectivamente. As hipóteses nulas são as seguintes: LLC: unit root (common unit root process); ADF-Fisher e ADF-Choi: unit root (individual unit root process); CIPS: series são I(1). Foi usado o Eviews para os testes LLC, ADF-Fisher e ADF-Choi; e a rotina do Stata `multipurt` para o CIPS

Ao trabalhar com dados de vários países em painel, é fundamental testar a adequação das técnicas a usar, para isso testou-se a presença de efeitos fixos contra efeitos aleatórios no painel. Assim usou-se o teste Hausman testando a presença de efeitos fixos contra efeitos aleatórios. Esse teste tem como hipótese nula que o melhor modelo é efeitos aleatórios. Obteve-se o valor estatístico  $\chi^2_7=22,52$ , altamente significativo (1%), rejeitando-se então a H0. Confirma-se assim que o estimador de efeitos fixos é o adequado. Os efeitos fixos têm a particularidade de remover todas as características invariantes no tempo das variáveis independentes, o que permite analisar a influência das variáveis que oscilam ao longo do tempo (Fuinhas et al., 2014).

Tendo em conta os testes de raiz unitária (Tabela 4) embora o ordem de integração das variáveis *LGDP* e *LREPC* possa ser I(0) ou I(1) a cointegração deve ser analisada. O teste utilizado foi o de Westerlund (2007), teste de segunda geração que é capaz de lidar com estruturas dinâmicas em vez dos resíduos e é constituído por quatro testes estatísticos com

distribuição normal. As estatísticas Pt e Pa testam a não cointegração como um todo enquanto as estatísticas Gt e Ga testam a existência de pelo menos uma *cross* ter todas as variáveis não cointegradas. A partir da análise da tabela 5 verifica-se que presença de cointegração é totalmente rejeitada, analisando o painel como um todo ou considerando cada país individualmente.

**Tabela 5- Teste de cointegração Westerlund (2007)**

<b>Statistic</b>	<b>Value</b>	<b>Z-value</b>	<b>P-value</b>
<b>Gt</b>	-1.107	2.757	0.997
<b>Ga</b>	-1.792	4.520	1.000
<b>Pt</b>	-1.230	3.774	1.000
<b>Pa</b>	-0.231	3.000	0.999

H0: no cointegration. Rotina do Stata usada: xtwest

## 4. Resultados

O vasto número de países em estudo e o horizonte temporal considerado permite o uso de várias metodologias, sejam elas em painel ou cada país individualmente. Verificada a *cross section dependence* que nos permite dizer que os países reagem de forma semelhante aos acontecimentos, os testes sugerem que a metodologia em painel é a mais indicada. Ao trabalhar dados em painel é possível usar técnicas mais complexas comparando com as metodologias tradicionais.

De forma a lidar com a possível heterogeneidade do painel são utilizados os estimadores Mean Group (MG) e Pooled Mean Group (PMG). O estimador MG é o mais flexível dos dois, uma vez que estima as regressões individualmente, calculando posteriormente o coeficiente médio para todos os países. No entanto este modelo não é adequado para países com poucas observações, uma vez que um *outlier* pode mudar significativamente as médias do coeficiente (Fuinhas et al., 2014). O estimador PMG comparado com as abordagens tradicionais é mais flexível, no entanto não é tão flexível como o estimador MG. O PMG gera restrições entre as *crosses* nos parâmetros de longo prazo agrupando-os, não procedendo da mesma forma no curto prazo e na velocidade de ajustamento. Com o intuito de verificar a adequação esses dois estimadores testam-se contra o estimador FE, sendo este o menos flexível dos três. Testa-se a adequação dos modelos através do teste Hausman que tem como H0 que a diferença nos coeficientes não é sistemática. A tabela 5 apresenta os resultados das estimações e os testes Hausman.

**Tabela 6- Estimadores Heterogêneos e testes de Hausman**

Modelos	PMG(I)	MG(II)	FE(III)
<b>Constante</b>	0.5364	7.2240***	0.9367***
<b>DLNRPC</b>	0.2831***	0.0933*	0.2536***
<b>DLREPC</b>	0.0272***	-0.0041	0.0201**
<b>DRXIPC</b>	-0.0148***	-0.0371	-0.0863***
<b>ECM</b>	-0.0140	-0.2918***	-0.0369***
<b>LNRPC</b>	2.4067***	-0.1779	1.4613***
<b>LREPC</b>	0.0230	0.2192	-0.1930
<b>RXIPC</b>	3.2374***	-0.1883	0.70679*
Modelos		<b>MG vs PMG</b>	<b>MG vs FE</b>
Hausman tests		Chi2(7)=220.74***	Chi2(7)=7.75

Nota:\*\*\*, \*\*, \* representam significância ao nível de 1%,5% e 10% respetivamente. Hausman teste com H0: a diferença dos coeficientes não é sistemática. ECM representa o termo de correção de erro. Foi usada a rotina do Stata xtpmg

De acordo com os resultados obtidos verifica-se que o modelo mais apropriado é o FE. A prevalência de um painel homogêneo indica que os países partilham os mesmos coeficientes o que pode ser adequado tratando-os como um grupo. Verificando que os testes Hausman apontam para homogeneidade do painel realizaram-se vários testes no sentido de analisar a heterocedasticidade, a correlação contemporânea entre as crosses e a autocorrelação. Para testar a heterocedasticidade foi usado o teste Wald modificado. Este tem uma distribuição  $\chi^2$  e como hipótese nula a homocedasticidade. A presença de correlação contemporânea entre as crosses foi averiguada usando o teste Pesaran, tendo como hipótese nula a não correlação dos resíduos e segue uma distribuição normal. Por último usou-se o teste Wooldridge foi usado para verificar a existência de autocorrelação. O teste Wooldridge segue uma distribuição F e tem como hipótese nula a não autocorrelação.

Na tabela 7 são apresentados os resultados dos testes supra referidos.

**Tabela 7- Testes específicos**

	Estatísticas
Modified Wald test	304.81***
Pesaran's test	21.671***
Wooldridge test	74.910***

Nota:\*\*\* representa significância a 1%. Hipóteses nulas: Modified Wald test:  $\sigma(i)^2 = \sigma^2$  for all  $i$ ; Pesaran's test: residuals are not correlated; Wooldridge test: no first-order autocorrelation.

Através da tabela 7 verifica-se que rejeitando a hipótese nula do teste modificado de Wald pode-se afirmar a presença de heterocedasticidade. O teste Pesaran aponta para a existência de correlação contemporânea. Por fim o teste Wooldridge suporta que os dados apresentam autocorrelação de primeira ordem.

Dada a presença de heterocedasticidade, correlação contemporânea, autocorrelação de primeira ordem e *cross section dependence* usou-se o estimador Driscoll and Kraay (1998), técnica semelhante foi usada por Fuinhas et al., (2014) e Hoechle (2007). De forma a obter uma maior robustez e segurança nos resultados foram estimados os modelos usando o estimador FE e o FE Robust (Tabela 8). O estimador FE Robust comparativamente ao FE permite controlar a heterocedasticidade verificada anteriormente. Este fator permitiu alterar o nível de significância dos coeficientes das variáveis DLREPC e LREPC (-1). Relativamente ao estimador Driscoll and Kraay verifica-se uma alteração de todos os coeficientes não alterando a sua natureza.

Tabela 8- Resultado das estimações

Modelos	FE (IV)	FE Robust (V)	D.-K (VI)
DLNRPC	0.3076***	0.3076***	0.3190**
DLREPC	0.0130	0.0130*	0.0154
DRXIPC	-0.0602***	-0.0602***	-0.0532*
GDPPC (-1)	-0.0370***	-0.0370***	-0.0105***
LNRPC (-1)	0.0540***	0.0540***	0.0055*
LREPC (-1)	-0.0071*	-0.0071**	-0.0014**
RXIPC (-1)	0.0261***	0.0261***	0.0217***
Constante	0.9367***	0.9367***	0.1477**
N	365	365	365
R <sup>2</sup>	0.3894	0.3894	0.4766
R <sup>2</sup> _a	0.3385	0.3774	
F	F (21,336) = 4.47***	F (7,21) = 37.11***	F (7,16) = 71.27***

Nota: \*\*\*, \*\*, \* representam significância ao nível de 1%, 5% e 10% respectivamente. Foram usadas as rotinas do Stata xtreg e xtsc.

Comparando as estimações FE Robust(V) e D.-K(VI)(cf. tabela 8), verifica-se que os coeficientes variam todos, no entanto a natureza mantém-se. A Variável *DLNRPC* é significativa ao nível de significância de 1% no FE Robust e perde significância no D.-K para 5%. A variável *DLREPC* é significativa a 10% no FE Robust e não é significativa no D.-K. Os coeficientes das variáveis *GDPPC(-1)*, *LREPC(-1)* e *RXIPC(-1)* mantêm a significância. As variáveis *DRXIPC* e *LNRPC(-1)* perdem significância de 1% para 10%. No que diz respeito ao coeficiente da constante, no FE Robust apresenta-se significativa ao nível de 1% e no D.-K é significativa a 5%. O valor da constante diminuiu de 0.9367 para 0.1477.

Tabela 9- Elasticidades, semi-elasticidade, impactos e velocidade de ajustamento

Modelos	FE (IV)	FE Robust (V)	D.-K (VI)
<i>Semi-elasticidades/Impactos de curto prazo</i>			
DLNRPC	0.3076***	0.3076***	0.3190**
DLREPC	0.0130	0.0130*	0.0154
DRXIPC	-0.0602***	-0.0602***	-0.0532*
<i>Elasticidades/Impactos de longo prazo calculados</i>			
LNRPC	1.461351***	1.461351***	0.5215004***
LREPC	-0.193073	-0.193073	-0.1373694
RXIPC	0.7067907*	0.7067907*	2.078628**
<i>Velocidade de ajustamento</i>			
ECM	-0.0370***	-0.0370***	-0.0105***

Nota: \*\*\*, \*\*, \* representam significância ao nível de 1%, 5% e 10% respectivamente. O ECM representa o coeficiente da variável LGDPPC desfasada.

A tabela 9 apresenta as elasticidades/impactos de curto e longo prazo para cada modelo. No curto prazo são representados pelos coeficientes das primeiras variáveis em diferenças (Tabela 8). No longo prazo têm por base os coeficientes estimados das respectivas variáveis independentes desfasadas, divididos pelo desfasamento da variável dependente, multiplicado por sinal negativo. Assim verifica-se que a variável **LNRPC** tem um impacto de longo prazo positivo no crescimento, sendo o seu coeficiente altamente significativo (1%). Analisando a variável **RXIPC** no longo prazo verifica-se que esta tem também um impacto positivo na produção de riqueza. O termo de correção de erro (ECM) é altamente significativo em termos estatísticos, este valor representa a velocidade de ajustamento das variáveis para o equilíbrio de longo prazo, sendo este fundamental para a compreensão do nexus.

## 5. Discussão

Os resultados obtidos pelo emprego dos vários estimadores do modelo ARDL mostraram-se adequados e robustos em relação aos dados. A análise prévia das variáveis conjuntamente com os testes diagnósticos dão consistência aos resultados obtidos. A ordem de integração das variáveis não foi um problema uma vez que as especificações econométricas utilizadas são apropriadas para trabalhar variáveis  $I(0)$  e  $I(1)$ . A ordem de integração foi previamente analisada confirmando-se a apenas a existência de variáveis com ordem de integração 1 e 0.

A análise contribui para a literatura que respeita o nexus consumo de energia-crescimento económico, utilizando o consumo de energia de forma desagregada em energia renovável e não renovável. A econometria usada permitiu desagregar o efeito total em efeitos de curto e longo prazo.

Embora apenas tenha sido observada significância ao nível de 10% da variável **DLREPC** no modelo FE Robust (V) as estimativas mostram que o consumo de energia no curto prazo, seja renovável ou não renovável, tem um efeito positivo no crescimento económico, revelando maior importância o consumo de energia não renovável. Atendendo ao longo prazo, o consumo de energia não renovável continua com efeito positivo no crescimento sendo que no longo prazo apresenta maior magnitude. Quanto ao consumo de energia renovável apresenta valor negativo em relação ao produto, no entanto com baixo impacto.

A introdução do rácio exportação/importação de bens e serviços funciona como variável de controlo. Relativamente a esta variável (**DRXIPC**) quando se analisa o curto prazo verifica-se que tem um impacto negativo no crescimento. Este facto não vai de encontro à tese defendida por vários autores (e.g. Lederman and Maloney, 2003; Bayraktar-Sağlam and Yetkiner, 2014) uma vez que acredita-se que um rácio exportador superior propicia um maior crescimento económico. A explicação para o coeficiente do **RXIPC** de curto prazo pode estar no fenómeno conhecido como “maldição dos recursos” (e.g. Shao and Yang (2014); Gilberthorpe and Papyrakis (2015); Betz et al. (2015)), isto porque o painel também incorpora países com fortes explorações de recursos naturais, nomeadamente petróleo, carvão e gás natural.

O Error Correction Mechanism (ECM) permite ter a perceção da velocidade de ajustamento do modelo ao equilíbrio após um choque. Podemos afirmar que a velocidade de ajustamento anual é bastante lenta, quer analisando os estimadores FE quer para o estimador D.-K.

No cálculo das elasticidades/impactos de longo prazo não foram observados coeficientes significantes para a variável **LREPC**, o que poderá ser consequência do painel conter países em que o consumo de energia renovável é baixo, havendo mesmo países em que este tipo de energia é nulo. Assim a análise do impacto desta variável no longo prazo torna-se

limitada. Por sua vez o consumo de energia não renovável é altamente significativo em termos estatísticos (1%), e apresentando valores que representam grande impacto positivo no produto, mais visível nos estimadores FE.

Os resultados suportam a hipótese de crescimento quando consideramos a energia não renovável, uma vez que esta tem impacto positivo no Produto Interno Bruto no curto e no longo prazo. Assim a implementação de políticas que visam a conservação de energia podem ter um impacto negativo no crescimento do produto. O resultado das elasticidades de longo prazo para o consumo de energia renovável (*LREPC*) apesar de não ser significativo, aponta para um efeito negativo no crescimento, o que vai contra alguns estudos nomeadamente Almulali et al. (2014). Estes autores concluem que o investimento em renováveis é uma boa opção tendo em vista o aumento do produto. Já Chang et al. (2009) concluíram que não se verifica qualquer relação entre consumo de energia renovável e crescimento económico. Este impacto negativo pode dever-se à dificuldade de um país conseguir satisfazer a procura energética apenas com recurso a energia renovável.

Tendo em vista o aumento do crescimento, de acordo com os resultados obtidos, a melhor opção seria consumir mais energia advinda de fontes não renováveis, uma vez que, analisando coeficientes da variável *LNRPC* podem ser considerados motores do crescimento económico. As políticas seguidas que consistem redução das fontes de energia não renovável em prol das fontes renováveis, apesar de se acreditar que estas podem ser uma ajuda na melhoria das condições ambientais verifica-se, através deste estudo, que o investimento em renováveis não será o melhor meio de potencializar o crescimento económico. Assim é necessário racionalizar o investimento em renováveis uma vez que as energias não renováveis têm um papel importante na produção de riqueza.

Uma balança comercial positiva de forma a obter um rácio exportador/importador de bens e serviços superior, pode de ser considerada uma boa forma de provocar melhorias no crescimento económico, uma vez que a variável *LRXIPC* apresenta um impacto positivo no longo prazo.

Verifica-se um dilema que coloca num lado as preocupações ambientais e a redução das emissões de dióxido de carbono em contrapartida com a obtenção de riqueza interna. Tendo em vista o objetivo ambiental, a substituição do consumo das energias não renováveis por energias renováveis seria uma boa medida, no entanto, de acordo com a análise efetuada esta medida provocaria uma desaceleração do crescimento económico. Esta desaceleração verificar-se-ia devido à importância que o consumo de energia não renovável tem no crescimento económico.

Em suma os decisores de política de energia poderão ter que escolher entre mais crescimento económico em prol dos fatores ambientais, diminuindo para isso o consumo das energias não renováveis. No entanto, acomodação das fontes de energia deve ser feita tendo em conta o elevado impacto que a energia não renovável tem no crescimento económico.

## 6. Conclusão

O presente estudo é focado numa estimação de dados em painel para um conjunto de 22 países e um horizonte temporal de 1995 a 2013, com intuito de compreender o impacto que o consumo de energia renovável e não renovável tem no crescimento económico. No sentido de dar resposta à questão central recorreu-se a técnicas econométricas modernas com vista a estimação do modelo ARDL recorrendo a vários estimadores.

Utilizam-se variáveis *per capita* de forma a controlar possíveis variações de população, nomeadamente picos de natalidade. O conjunto de países em análise é uma mistura de países exportadores e importadores de petróleo, desenvolvidos e em desenvolvimento. No entanto esta diversidade não é suficiente para o uso econométrico considerando a heterogeneidade, pois verifica-se através do teste Hausman entre o modelo MG e FE.

Foi verificada a presença de heterocedasticidade, a correlação contemporânea, a autocorrelação de primeira ordem e a cross section dependence. Durante as estimações não foi observada nenhuma alteração na natureza dos coeficientes com significância estatística, o que torna a análise robusta e rica.

Foram usados os estimadores FE e FE Robust com os efeitos totais desagregados em efeitos de curto e longo prazo. Foi também utilizado o estimador Driscoll-Kraay de forma a confirmar os resultados obtidos de forma a apresentar maior robustez nos resultados. O cálculo das elasticidades de longo prazo foi elaborada para os três estimadores, de forma a obter o impacto que as variáveis explicativas tem na variável dependente.

O rácio exportação/importação de bens e serviços tem um efeito negativo no crescimento no curto prazo. Este facto, conjugado com a presença no estudo de países ricos em recursos naturais remete para o problema da maldição dos recursos.

Conclui-se que o consumo de energia não renovável gera um impacto positivo no crescimento, sendo ele de curto ou longo prazo, sendo detetada evidência para a hipótese de crescimento. Em relação à energia renovável esta tem um efeito positivo de curto prazo no crescimento económico, ainda que de fraca magnitude. Assim um mix de energia constituído maioritariamente por energia não renovável pode ter um efeito positivo no crescimento mais notório em contrapartida um maior consumo de energia renovável poderá provocar uma desaceleração no crescimento económico.

# Referências Bibliográficas

- Abbas, F., Choudhury, N., 2013. Electricity consumption-economic growth Nexus: An aggregated and disaggregated causality analysis in India and Pakistan. *J. Policy Model.* 35, 538-553. doi:10.1016/j.jpolmod.2012.09.001
- Acaravci, A., Ozturk, I., 2010. Electricity consumption-growth nexus: Evidence from panel data for transition countries. *Energy Econ.* 32, 604-608. doi:10.1016/j.eneco.2009.10.016
- Al-mulali, U., Fereidouni, H.G., Lee, J.Y., Sab, C.N.B.C., 2013. Examining the bi-directional long run relationship between renewable energy consumption and GDP growth. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 22, 209-222. doi:10.1016/j.rser.2013.02.005
- Al-mulali, U., Fereidouni, H.G., Lee, J.Y.M., 2014. Electricity consumption from renewable and non-renewable sources and economic growth: Evidence from Latin American countries. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 30, 290-298. doi:10.1016/j.rser.2013.10.006
- Alshehry, A.S., Belloumi, M., 2015. Energy consumption, carbon dioxide emissions and economic growth: The case of Saudi Arabia. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 41, 237-247. doi:10.1016/j.rser.2014.08.004
- Apergis, N., Payne, J.E., 2012. Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: Evidence from a panel error correction model. *Energy Econ.* 34, 733-738. doi:10.1016/j.eneco.2011.04.007
- Apergis, N., Payne, J.E., 2010a. Energy consumption and growth in South America: Evidence from a panel error correction model. *Energy Econ.* 32, 1421-1426. doi:10.1016/j.eneco.2010.04.006
- Apergis, N., Payne, J.E., 2010b. Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy* 38, 656-660. doi:10.1016/j.enpol.2009.09.002
- Apergis, N., Payne, J.E., 2009. Energy consumption and economic growth: Evidence from the Commonwealth of Independent States. *Energy Econ.* 31, 641-647. doi:10.1016/j.eneco.2009.01.011
- Bastola, U., Sapkota, P., 2015. Relationships among energy consumption, pollution emission, and economic growth in Nepal. *Energy* 80, 254-262. doi:10.1016/j.energy.2014.11.068
- Bayraktar-Sağlam, B., Yetkiner, H., 2014. A Romerian contribution to the empirics of economic growth. *J. Policy Model.* 36, 257-272. doi:10.1016/j.jpolmod.2014.01.001
- Betz, M.R., Partridge, M.D., Farren, M., Lobao, L., 2015. Coal Mining, Economic Development, and the Natural Resources Curse. *Energy Econ.* doi:10.1016/j.eneco.2015.04.005
- Bildirici, M.E., Kayikçi, F., 2012. Economic growth and electricity consumption in former Soviet Republics. *Energy Econ.* 34, 747-753. doi:10.1016/j.eneco.2012.02.010
- Chang, T.-H., Huang, C.-M., Lee, M.-C., 2009. Threshold effect of the economic growth rate on the renewable energy development from a change in energy price: Evidence from OECD countries. *Energy Policy.* doi:10.1016/j.enpol.2009.08.049

- Choi, I., 2001. Unit root tests for panel data. *J. Int. Money Financ.* 20, 249-272. doi:10.1016/S0261-5606(00)00048-6
- Chontanawat, J., Hunt, L.C., Pierse, R., 2008. Does energy consumption cause economic growth?: Evidence from a systematic study of over 100 countries. *J. Policy Model.* 30, 209-220. doi:10.1016/j.jpolmod.2006.10.003
- Costa, H.K.D.M., Santos, E.M.D., 2013. Institutional analysis and the “resource curse” in developing countries. *Energy Policy* 63, 788-795.
- Damette, O., Seghir, M., 2013. Energy as a driver of growth in oil exporting countries? *Energy Econ.* 37, 193-199. doi:10.1016/j.eneco.2012.12.011
- Driscoll, J.C., Kraay, A.C., 1998. Consistent Covariance Matrix Estimation with Spatially Dependent Panel Data. *Rev. Econ. Stat.* doi:10.1162/003465398557825
- Eberhardt, M., 2012. Estimating panel time series models with heterogeneous slopes. *Stata J.* 12, 61-71.
- Eggoh, J.C., Bangake, C., Rault, C., 2011. Energy consumption and economic growth revisited in African countries. *Energy Policy* 39, 7408-7421. doi:10.1016/j.enpol.2011.09.007
- 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 Econ.* 34, 511-517. doi:10.1016/j.eneco.2011.10.003
- Fuinhas, J.A., Marques, A.C., Couto, A.P., 2014. Economic Growth and Self-Consumption in Oil Producing Countries: Empirical Evidence and Perspectives. *Econ. Growth 21st Century Perspect. Role Gov. Policies, Potential Constraints*, Ed. by Cody Accosi, ISBN 978-1-63321-599-3, Nov. Sci. Publ. Inc 1-27.
- Ghosh, S., 2002. Electricity consumption and economic growth in India. *Energy Policy* 30, 125-129. doi:10.1016/S0301-4215(01)00078-7
- Gilberthorpe, E., Papyrakis, E., 2015. The extractive industries and development: The resource curse at the micro, meso and macro levels. *Extr. Ind. Soc.* 2, 381-390. doi:10.1016/j.exis.2015.02.008
- Ho, C.Y., Siu, K.W., 2007. A dynamic equilibrium of electricity consumption and GDP in Hong Kong: An empirical investigation. *Energy Policy* 35, 2507-2513. doi:10.1016/j.enpol.2006.09.018
- Hoechle, D., 2007. Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence. *Stata J.* 7, 281-312. doi:The Stata Journal
- Jumbe, C.B.L., 2004. Cointegration and causality between electricity consumption and GDP: Empirical evidence from Malawi. *Energy Econ.* 26, 61-68. doi:10.1016/S0140-9883(03)00058-6
- Kasman, A., Duman, Y.S., 2015. CO2 emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: A panel data analysis. *Econ. Model.* 44, 97-103. doi:10.1016/j.econmod.2014.10.022
- Kouakou, a K., 2011. Economic growth and electricity consumption in Cote d'Ivoire: Evidence from time series analysis. *Energy Policy* 39, 3638-3644. doi:10.1016/j.enpol.2011.03.069

- Kraft, J., Kraft, A., 1978. On the Relationship between Energy and GNP. *Journal of Energy and Development* 3(2), pp. 401-403.
- Lederman, D., Maloney, W.F., 2003. Trade Structure and Growth, policy Research Working paper.
- Levin, A., Lin, C.F., Chu, C.S.J., 2002. Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *J. Econom.* 108, 1-24. doi:10.1016/S0304-4076(01)00098-7
- Lin, B., Moubarak, M., 2014. Renewable energy consumption - Economic growth nexus for China. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 40, 111-117. doi:10.1016/j.rser.2014.07.128
- Maddala, G.S., Wu, S., 1999. A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test. *Oxf. Bull. Econ. Stat.* 61, 631-652. doi:10.1111/1468-0084.61.s1.13
- Narayan, P.K., Smyth, R., 2009. Multivariate granger causality between electricity consumption, exports and GDP: Evidence from a panel of Middle Eastern countries. *Energy Policy* 37, 229-236. doi:10.1016/j.enpol.2008.08.020
- Ozturk, I., 2010. A literature survey on energy-growth nexus. *Energy Policy* 38, 340-349. doi:10.1016/j.enpol.2009.09.024
- Ozturk, I., Aslan, a, Kalyoncu, H., 2010. Energy consumption and economic growth relationship: Evidence from panel data for low and middle income countries. *Energy Policy* 38, 4422-4428. doi:10.1016/j.enpol.2010.03.071
- Pao, H.T., Fu, H.C., 2013. Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil. *Renew. Sustain. Energy Rev.* doi:10.1016/j.rser.2013.05.004
- Payne, J.E., 2010. A survey of the electricity consumption-growth literature. *Appl. Energy.* doi:10.1016/j.apenergy.2009.06.034
- Pesaran, M.H., 2007. A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *J. Appl. Econom.* 22, 265-312. doi:10.1002/jae.951
- Robinson, J.A., Torvik, R., Verdier, T., 2014. Political foundations of the resource curse: A simplification and a comment. *J. Dev. Econ.* 106, 194-198. doi:10.1016/j.jdeveco.2013.09.004
- Sachs, J.D., Warner, A.M., 2001. The curse of natural resources. *Eur. Econ. Rev.* 45, 827-838. doi:10.1016/S0014-2921(01)00125-8
- Sadorsky, P., 2009. Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy Policy* 37, 4021-4028. doi:10.1016/j.enpol.2009.05.003
- Salim, R. a., Hassan, K., Shafiei, S., 2014. Renewable and non-renewable energy consumption and economic activities: Further evidence from OECD countries. *Energy Econ.* 44, 350-360. doi:10.1016/j.eneco.2014.05.001
- Sebri, M., 2015. Use renewables to be cleaner: Meta-analysis of the renewable energy consumption-economic growth nexus. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 42, 657-665. doi:10.1016/j.rser.2014.10.042

- Shaari, M.S., Hussain, N.E., Ismail, M.S., 2013. Relationship between Energy Consumption and Economic Growth : Empirical Evidence for Malaysia. *Bus. Syst. Rev.* 2. doi:10.7350/BSR.B02.2013
- Shahbaz, M., Tang, C.F., Shahbaz Shabbir, M., 2011. Electricity consumption and economic growth nexus in Portugal using cointegration and causality approaches. *Energy Policy* 39, 3529-3536. doi:10.1016/j.enpol.2011.03.052
- Shao, S., Yang, L., 2014. Natural resource dependence, human capital accumulation, and economic growth: A combined explanation for the resource curse and the resource blessing. *Energy Policy* 74, 632-642. doi:10.1016/j.enpol.2014.07.007
- Solarin, S.A., 2011. Electricity Consumption and Economic Growth: Trivariate Investigation in Botswana with Capital Formation. *Int. J. Energy Econ. Policy* 1, 32-46.
- Tugcu, C.T., Ozturk, I., Aslan, A., 2012. Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: Evidence from G7 countries. *Energy Econ.* 34, 1942-1950. doi:10.1016/j.eneco.2012.08.021
- Westerlund, J., 2007. Testing for error correction in panel data. *Oxf. Bull. Econ. Stat.* 69, 709-748. doi:10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x
- Yıldırım, E., Sukruoglu, D., Aslan, A., 2014. Energy consumption and economic growth in the next 11 countries: The bootstrapped autoregressive metric causality approach. *Energy Econ.* 44, 14-21. doi:10.1016/j.eneco.2014.03.010
- Zhang, X.-P., Cheng, X.-M., 2009. Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. *Ecol. Econ.* doi:10.1016/j.ecolecon.2009.05.011