



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Ciências Sociais e Humanas

**O papel da energia, das exportações e do  
investimento no crescimento económico:  
Evidência empírica de técnicas modernas de  
painel**

**João José Serrão Lopes**

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

Orientador: Prof. Doutor José Alberto Serra Ferreira Rodrigues Fuinhas  
Coorientador: Prof. Doutor António Manuel Cardoso Marques

**Covilhã, junho de 2013**



# Agradecimentos

A realização desta dissertação só foi possível devido ao apoio de algumas pessoas, às quais tenho de agradecer pela ajuda que me deram ao longo da vida e ao longo do meu percurso de estudante. Agradeço aos meus pais, porque sem eles era impossível a realização deste trabalho, á minha namorada pela ajuda, paciência e incentivo que ofereceu. Um obrigado ao Professor Doutor José Alberto Serra Ferreira Rodrigues Fuinhas pelo apoio, pelo tempo despendido e ajuda no desenvolvimento deste trabalho, assim como ao Professor Doutor António Manuel Cardoso Marques, docentes na Universidade da Beira Interior de Economia.

Um obrigado a todos os amigos, colegas, professores e família que me acompanharam neste percurso e que foram importantes para ser a pessoa que sou hoje.



## Resumo

Este estudo tenta analisar a relação de causalidade entre o consumo de energia primária, o emprego, o share do investimento e as exportações com o PIB, para um grupo de 21 países no período entre 1965 e 2011 através de uma análise de dados em painel. Este estudo usa os testes de *unit roots* e de cointegração que mostram que o modelo mais adequado é o de curto prazo para a análise dos resultados. A dinâmica de curto prazo mostra a existência de uma relação positiva e altamente significativa de todas as variáveis com o PIB. Os resultados do trabalho têm um importante papel em saber quais as políticas de energia a tomar por parte dos países inseridos neste estudo. Uma situação importante é saber que no curto prazo uma redução do consumo de energia ou numa das outras três variáveis trará uma redução no crescimento económico, e que por isso é necessário ter atenção às políticas que se tomam.

## Palavras-chave

Consumo de energia; Trabalho; Exportações; Share do investimento; PIB; Causalidade de Granger; Países desenvolvidos; *Panel Data*

# Abstract

This essay gives us an overview of the causal relationship between the consumption of the primary energy, employment, investment share and exports with the GDP, amongst 21 countries in the period of time between 1965 and 2011 throughout a panel data analysis. This essay works with unit roots and cointegration techniques which show us that most suitable model is the short-run. The short-run model proves the existence of a highly and positive relationship of all these variables with the GDP. The results of this study have an important role in understanding which energy policies the countries should implement. An important matter is to be aware that in short-run a decrease in energy consumption, or in any other variables shall bring a reduction in economic growth, so countries should be aware of the policies adopted.

## Palavras-chave

Energy consumption; employment; Exports; Share on investment; GDP; Granger Causality; developed countries; Panel Data



# Índice

1. Introdução	1
2. Revisão da literatura	3
3. Dados e metodologia	7
3.1 Dados	7
3.2 Metodologia	11
4. Resultados	17
5. Discussão	21
6. Conclusão	25



# Índice de Tabelas

Tabela 1: Sumário da literatura da relação entre a energia e o PIB	5
Tabela 2: Método de cálculo do valor dos dados da Alemanha	8
Tabela 3: Estatísticas descritivas e fontes	10
Tabela 4: Estatísticas e dependências das variáveis	12
Tabela 5: Matriz das correlações e VIF	12
Tabela 6: Teste das Unit Roots	13
Tabela 7: Teste de cointegração Wasterland (2007)	14
Tabela 8: Teste de Hausman	15
Tabela 9: Testes específicos	17
Tabela 10: Elasticidades e velocidade de ajustamento	18
Tabela 11: Elasticidades no modelo de curto prazo	19
Apêndice A1	31



## Lista dos Acrónimos

ADF	Augmented dickey-fuller
CO <sub>2</sub>	Dióxido Carbono
CSD	Cross section dependence
ECM	Modelo de correção dos erros
FE	Efeitos fixos
IPS	Im-Pesaran-Shin
LLC	Levin-Lin-Chu
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OLS	Método dos mínimos quadrados
OPEC	Organização dos países exportadores de petróleo
PIB	Produto Interno Bruto
VAR	Vector autoregressivo
VIF	Factor de inflação da variância



# 1. Introdução

O PIB, o consumo de energia, as exportações e o emprego tendem a mover-se juntas no tempo, deste modo os países a volta do mundo têm interesse em aprender e saber mais sobre a relação dinâmica que estas variáveis possuem entre elas. Nos países desenvolvidos a questão das políticas energéticas está cada vez mais na agenda política de qualquer estado, devido à importância que actualmente tem a energia para mover a economia em todo o planeta. De acordo com os dados do World Bank's World Development , medido em 2000 US dólares, o PIB mundial cresceu uma média de 4.7% por ano desde 1980 até 2007. No mesmo período, o total de energia consumida, em toneladas equivalentes de petróleo, cresceu uma média de 2.4% por ano. No entanto na OCDE o crescimento da energia consumida foi de 1.3%.

O interesse pela relação que o consumo de energia tem no PIB é cada vez mais intenso por parte dos países, principalmente os desenvolvidos, isto deve-se ao facto destes estarem mais conscientes dos problemas que poderão ter com a falta do fornecimento da energia, da ameaça das mudanças climáticas, das catástrofes naturais que têm acontecido mais regularmente nos últimos anos, das tensões geopolíticas devido à luta pela energia primária e aos recentes acidentes nucleares. Estas situações levaram a que os países ficassem mais alertados para os problemas que enfrentam e poderão vir a enfrentar. Também se pode acrescentar outra situação que levou a um maior interesse por esta matéria, estamos a referir-nos ao protocolo de Quioto assinado por alguns países em 2005, onde se concordou em reduzir as emissões dos gases, que provocam o efeito de estufa, para níveis de 1990. Como consequência destas situações alguns países estão a apostar fortemente em políticas que visam a substituição energética das energias primárias para as energias renováveis e, assim, estarem menos dependentes do que possa acontecer em relação aos produtores das energias primárias; outra consequência é o aumento de políticas de conservação energética que consiste em ser mais eficiente no consumo da energia e desta forma, não haver tanto desperdício. No entanto, é necessário avaliar os custos que estas políticas têm no PIB, Halicioglu (2011) diz que as teorias económicas indicam a existência de relação entre o consumo de energia e o crescimento económico, mas isto não implica a existência de uma relação causal entre as variáveis. Por isso, é necessário saber qual o efeito que a redução do consumo de energias primárias tem no PIB dos países desenvolvidos. Se existir uma relação de causalidade do consumo da energia primária para o PIB isto sugere que a economia é dependente da energia, logo uma redução do consumo da energia terá um efeito negativo na economia, caso não seja encontrado nenhuma relação de causalidade podemos concluir que as políticas para diminuir o consumo de energia não terão efeito no PIB. O interesse pelas restantes variáveis deve-se ao facto de todas elas estarem relacionadas entre si e deste modo

extrair a maior informação possível a partir do seu estudo e da relação que têm cada uma com o PIB.

A literatura estudada na área da economia energética e no estudo da relação entre o consumo de energia e o PIB aumentou significativamente após o estudo elaborado por Kraft e Kraft (1978) para os Estados Unidos, depois disso muitos estudos foram elaborados acerca da relação entre estas duas variáveis, no entanto estes estudos foram inconclusivos, devido aos resultados diferentes que foram encontrados nos diferentes estudos. Os estudos iniciais nesta matéria apenas contemplavam o consumo de energia e o PIB, hoje os estudos são mais alargados a outras variáveis e a diferentes regiões do mundo. Este estudo irá centrar-se no estudo da relação do consumo de energia, emprego, share do investimento e exportações com o PIB nos países desenvolvidos. Em relação à literatura estudada foi-nos impossível encontrar um trabalho semelhante ao que vai ser realizado aqui, pois neste trabalho irá ser estudado a relação das quatro variáveis mencionadas anteriormente com o PIB para o período de tempo de 1965 a 2011.

Como últimas considerações a esta introdução, falta ainda mencionar que o objetivo deste trabalho é contribuir para a literatura da especialidade mostrando como os resultados encontrados podem ajudar na tomada de políticas por parte dos países para que as políticas que tomem não tenham efeitos negativos na economia.

O trabalho está estruturado com as seguintes secções. A secção 2, “revisão da literatura”, apresenta uma visão global dos estudos já realizados no campo da relação de causalidade entre o PIB e o consumo de energia. A secção 3 está subdividida em duas subsecções, na primeira abordam-se os dados sobre os quais vai incidir este trabalho, na segunda incidirá na metodologia seguida neste trabalho. Na secção 4 é apresentado os resultados da análise empírica realizada. Na secção 5 faz-se uma análise a discussão dos resultados. Por último, na secção 6 concluímos o estudo com a apresentação de algumas considerações.

## 2. Revisão da Literatura

Para a elaboração deste trabalho foram realizadas várias leituras que contribuíram para a decisão de estudo neste assunto e enquadram várias visões sobre o tema.

Após um dos primeiros estudos relativos à relação entre o consumo de energia e o crescimento económico realizado por Kraft e Kraft (1978) para os Estados Unidos, a literatura e os estudos na área da energia económica cresceram bastante. No entanto, desde 16 de fevereiro de 2005, o estudo desta relação tornou-se mais importante devido ao protocolo de Quioto que entrou em vigor nessa mesma data e que torna o estudo da relação entre o PIB e o consumo de energia de extrema importância para os países que assinaram este protocolo. Os estudos nesta área podem dividir-se em dois grandes grupos. O primeiro, os que estudam apenas um só país e o segundo grupo os que estudam vários países. As teorias económicas dizem-nos que existe uma relação entre a energia e o crescimento económico, hoje sabemos que o PIB (Y) e o consumo de energia (E) tendem a mover-se juntas no tempo, sendo que por isso se torna interessante analisar melhor este fenómeno, incluindo mais três variáveis como o trabalho (L), as trocas comerciais (O) e o share do investimento (SI) para o estudo ser mais consistente e não sofrer da exclusão de variáveis importantes para o caso, como Lutkepohl (1982) afirma no seu trabalho. No entanto, a relação entre as variáveis não obriga que haja um indício de causalidade entre elas. Recentemente esta área da economia energética tem sido bastante explorada através de autores como Ozturk (2010) e Payne (2010), Narayan e Smyth (2008,2009), e Sadorsky (2012).

Quanto à literatura empírica deste tema mesmo ao fim de cerca de 30 anos de *papers* publicados, não existe ainda um consenso, existe, sim, um misto de conflitos nas evidências apresentadas pelos vários autores. Esta ausência de consenso entre os vários investigadores, para a relação entre o consumo de energia e o crescimento económico, é apontado por Yu e Choi (1985), Ferguson (2000), e Jemelkova (2003) pela diversidade das condições climáticas, pela variação dos padrões de consumo, da estrutura e fases do desenvolvimento económico de cada país, das metodologias econométricas aplicadas e devido à presença de variáveis omitidas nos dados usados.

Segundo Mehrara (2007), através de uma perspetiva mais metodológica, podemos dizer que as publicações realizadas ao longo dos anos podem ser divididas em quatro gerações. A primeira geração destaca-se por ter aplicado o tradicional modelo do vector autoregressivo (VAR). Como autores desta “geração” temos Yu e Hwang (1984) e Kraft e Kraft (1978), o trabalho de Kraft e Kraft encontrou evidência de causalidade do PIB para o consumo de energia nos Estados Unidos no período entre 1947 e 1974. Esta geração assumia a estacionaridade das variáveis para o estudo. A segunda geração de trabalhos faz uso do modelo de correção dos erros (ECM) e cointegração para conseguir ver a existência de causalidade de Granger. Esta geração é baseada em Granger e Engle (1987), os principais

autores são Nanchane et al (1988), Masih e Masih (1996) e Glasure e Lee (1998). A terceira geração de estudos usou os estimadores multivariados seguindo Johansen (1991), esta geração permitiu a correção de outros *inputs* na função de produção, tais como o trabalho, capital, preços, exportações entre outras variáveis, no entanto dados específicos como os países e o período de tempo em questão não eram tidos em conta. Esta abordagem multivariada de Johansen foi realizada por Stern (2000), Soytas e Sari (2003). A última geração de estudos é principalmente utilizada desde 2003, por autores como Lee (2005), Soytas e Sari (2007), Lee e Chang (2007), Apergis e Payne (2009) e Lee e Lee (2010). Esta quarta geração faz o uso do método ecométrico em painéis para testar as *unit roots* e as relações de cointegração, através deste modelo é possível especificar o período de tempo e os países para compreender melhor os efeitos que são produzidos por esses dados específicos.

Segundo Coers e Sanders (2012), podemos ainda considerar a existência de uma quinta geração, esta começa a utilizar as ferramentas dos painéis multivariados (VECM), autores como Lee e Chen (2008), Naryan and Smyth (2008), seguem esta tendência, os *papers* realizados por estes autores em geral concluem que o consumo de energia causa crescimento económico, e apenas os estudos de Lee (2006) e Stern (1993,2000) encontraram causalidade bidireccional entre o PIB e o consumo de energia. Para o estudo deste trabalho iremos utilizar os testes *unit roots* executando uma variedade de testes para as *unit roots* (estacionaridade) tais como o Levin-Lin-Chu (2002), Breitung (2000), Im-Pesaran-Shin (2003), e Fisher-type (Choi 2001), testes que têm como hipótese nula a presença de unit roots em todos os painéis.

Recentemente na literatura da relação entre energia e crescimento económico, Payne (2010) e Ozturk (2010) caracterizam a relação entre o consumo de energia e o crescimento económico em 4 hipóteses: *grow hypothesis*, *conservation hypothesis*, *neutrality hypothesis* e *feedback hypothesis*. Até hoje segundo Chontanawat e al. (2008) e Ozturk (2010), fazendo um estudo dos resultados obtidos de 100 estudos empíricos, conclui-se que até agora ainda não foi possível chegar a um consenso claro na relação entre energia-PIB. Esta situação também foi confirmada recentemente pelo estudo realizado por Chen e al. (2012). Na tabela 1, podemos ver um breve resumo da literatura e das hipóteses que vários investigadores obtiveram.

Segundo Ozturk (2010) a *grow hypothesis* diz-nos que o consumo de energia estimula o crescimento económico, e os choques energéticos, a nível do fornecimento, levam a um impacto negativo no crescimento económico ( $E \rightarrow PIB$ ). A *conservation hypothesis* afirma que a relação ocorre do crescimento económico para o consumo de energia ( $PIB \rightarrow E$ ), logo, políticas para reduzir o consumo energético não têm efeito no crescimento económico. A *neutrality hypothesis* assegura que o consumo de energia poderá ter um impacto mínimo no crescimento da economia ou até mesmo nenhum impacto (*No causality*). De acordo com o *feedback hypothesis*, estamos na presença de causalidade bidireccional entre o consumo de energia e o crescimento económico (*causality exist*).

Tabela 1: Sumário da literatura da relação entre a energia e o PIB

<i>Grow hypotheses</i>	<i>Stern (1993,2000)</i>	<i>Murray e Nan (1996)</i>	<i>Soytas e Sari (2006)</i>	<i>Bowden e Payne (2009)</i>	
<b>Conservation hypotheses</b>	<b>Kraft e Kraft (1978)</b>	<b>Erol e Yu (1989)</b>	<b>Abosedra e Baghestani (1991)</b>		
<b>Neutrality hypotheses</b>	<b>Akarca e Long (1980)</b>	<b>Yu e Hwang (1984)</b>	<b>Yu e Choi (1985)</b>	<b>Cheng (1996)</b>	<b>Narayan e Prasad (2008)</b>
<b>Feedback hypotheses</b>	<b>Zarnikau (1997)</b>	<b>Lee (2005)</b>			



## 3. Dados e Metodologia

Nesta secção iremos apresentar a metodologia e os dados, estando estes divididos em dois pontos: o dos dados e o da metodologia. Nestes dois pontos serão apresentados as principais características do modelo e dos dados, assim como as respetivas fontes de onde foram retirados os dados.

Este estudo aborda principalmente a relação entre o consumo de energia primária e o PIB, através de dados em painel, com as ferramentas disponibilizadas pelo programa Stata e Eviews, para um período de tempo que se situa entre 1965 e 2011. Este período de tempo torna-se mais relevante devido aos choques petrolíferos que aconteceram durante este período, no ano de 1973, onde se deu o 1º choque petrolífero, devido ao início da guerra Israelo-Árabe, houve um embargo por parte das nações árabes que durou cerca de cinco meses e teve como consequência o aumento do preço de petróleo dos 11 dólares para os 30 dólares (valores de 1996); já em 1979, a OPEP tomou a decisão de subir os preços o que levou a mais um aumento do preço do petróleo. Este período de tempo foi escolhido devido aos estudos quase inexistentes nesta área da economia energética para o período de tempo em questão e devido às alterações que algumas variáveis sofreram devido a estes choques petrolíferos.

### 3.1 Dados

Os dados escolhidos são anuais e situam-se no período de tempo entre 1965 e 2011, este foi o período de tempo escolhido devido à falta de dados para anos anteriores a 1965, os países escolhidos foram 21<sup>1</sup>. A escolha dos países foi seletiva, ou seja, foram eliminados certos países devido à falta de homogeneidade, à falta de dados para as variáveis escolhidas e devido à falta de dados para o período de tempo que é abordado neste estudo.

Para introduzirmos a Alemanha neste estudo, foi necessário usar um método para obter os dados deste país antes da reunificação, pois os únicos dados disponíveis eram apenas para a Alemanha Ocidental. Esse método consistiu em conseguir um valor tendo como base o ano de 1991, que é o ano onde temos os dados da Alemanha e da Alemanha Ocidental. Com este método, quisemos obter um valor que demonstre qual o peso que a Alemanha Oriental tem no valor total da Alemanha, fazendo assim a multiplicação com esse valor obtido, para os dados anteriores a 1991 da Alemanha Ocidental, obtemos desta forma os valores para a Alemanha. Para se ficar a entender melhor, a tabela 2 demonstrará como foram feitos os cálculos para apurar o valor para o ano de 1990, sendo o processo igual para os restantes anos e variáveis.

---

<sup>1</sup> Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Alemanha, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Itália, Japão, Holanda, Noruega, Nova Zelândia, Portugal, Suécia, Suíça, Reino Unido e Estados Unidos da América.

Tabela 2: Método de cálculo do valor dos dados da Alemanha

Anos	Alemanha	Alemanha Ocidental	Alemanha Oriental	Valor
1990	$1.0839 \times 4670.693 = 5062.607$	4670.693		
1991	5182.37	4781.185	$1.0839 \times 4781.185 = 5182.37$	$5182.37 / 4781.185 = 1.083909^*$

As variáveis escolhidas para o estudo foram inicialmente sete, PIB, População, Emprego, Energia, Capital, Exportações e Investimento, no entanto as variáveis como a População e o Capital não foram usadas, pois os resultados que delas obtivemos não foram satisfatórios. Assim, usamos os dados da população para gerar variáveis per capita, no entanto concluímos que seria melhor usar os valores nominais, e em relação ao capital tanto os resultados obtidos desta variável como da variável share do capital (Capital/PIB) não foram ao encontro daquilo que procuramos, pelo que foram excluídos do estudo. Com o estudo a decorrer, incluímos mais uma variável, que resulta da divisão do Investimento pelo PIB obtendo assim o share do investimento, que ao contrário do share do capital, nos permite obter resultados muito satisfatórios. De seguida vamos definir de modo muito breve as principais variáveis que compõem o estudo até ao modelo final.

### Produto Interno Bruto

O PIB é uma variável real que consiste no montante produzido no país de bens e serviços num dado ano. Esta variável é usada na literatura para relacionar o crescimento económico com o consumo de energia. Segundo Apergis e Payne (2009), a investigação entre estas duas variáveis não só fornece novas ideias sobre o papel do consumo de energia no crescimento económico, mas também a discussão da energia e das políticas ambientais.

### Energia Primária Consumida

A energia primária é um recurso energético que a natureza nos oferece em petróleo, gás natural, energia hídrica, eólica, biomassa e solar que é consumida para satisfazer as necessidades das pessoas ou países. Na literatura esta variável, juntamente com o PIB, é a mais importante neste estudo, já que o mesmo se concentra nestas duas variáveis.

## **Exportações**

As exportações consistem na venda de bens e serviços produzidos num país para o exterior. O estudo da relação entre as exportações e o crescimento económico foi iniciado por Narayan e Smyth (2009), segundo Halicioglu (2011), o modelo, incluindo as exportações, leva a que examinemos duas hipóteses simultaneamente: a relação entre energia-PIB e exportações-PIB e uma hipótese suplementar entre a energia e as exportações. A relação entre o consumo de energia e as trocas comerciais tornaram-se um importante tópico de estudo segundo Sadorsky (2012), pois se for encontrado no consumo de energia consumida causalidade de Granger com as trocas comerciais, então qualquer redução no consumo de energia proveniente de políticas ambientais reduzirá as trocas e baixará os benefícios que provêm das trocas

## **Emprego**

O emprego é uma variável importante em qualquer país. O emprego e o desemprego estão na origem do crescimento e da pobreza respetivamente. Na literatura sobre a relação entre o emprego e o crescimento económico Swane e Vistrand (2006) demonstram como o emprego e o crescimento económico estão relacionados desde 1980 até 2004.

## **Rácio do investimento ou share do investimento**

O rácio do investimento é obtido através da divisão do investimento pelo Produto interno bruto, esta variável é utilizada para controlar melhor os dados apenas do investimento. Torna-se relevante estudar esta variável pois está relacionada com o crescimento económico.

Na tabela 3, podemos ver um breve resumo sobre as variáveis que vão ser utilizadas ao longo do estudo com a respetiva fonte de onde foram retirados os dados, assim como as estatísticas descritivas referentes a cada variável.

Para realizar este estudo será necessário logaritmizar as variáveis, para assim obtermos o crescimento das variáveis, LY é o crescimento económico, LE, LN, LX são o crescimento do consumo de energia, do emprego e das exportações respetivamente.

Tabela 3: Estatísticas descritivas e fontes

Variáveis		Definições	Fonte	Media	Desvio padrão	Min.	Max.
Variável*	Abreviaturas						
Produto Interno Bruto	Y	Preços constantes de 2005	AMECO	17794.33	80379.82	22.68	523667.1
Energia	E	Consumo de energia primária em Milhões de Toneladas de Petróleo	BPSTAT	191.9016	413.6161	4.31	2372.7
Capital	K	Stock de Capital líquido (preços de 2005)	AMECO	52300.67	245917.5	70.22	1656878
Emprego	N	Pessoas empregadas (em milhares de pessoas)	TEDI	17041.45	26563.49	990	147589
Preço do petróleo	P	Em dólares por barril	BPSTAT	44.16106	27.49909	10.42	111.26
População	Z	Em milhares de pessoas	TEDI	37691.98	56758.99	2640.4	311685.3
Exportações	X	Bens e serviços a preços de 2005	AMECO	1907.263	9236.663	2.51	87405.2
Investimento	S	Produção de capital fixo a preços de 2005	AMECO	4444.05	20187.59	5.82307	129739
Share do Investimento	SI	Divisão do investimento pelo PIB	Resultante do trabalho	0.2061275	0.0382279	0.1197622	0.3403439

\*Número de observações em cada uma das variáveis é igual a 987 observações.

## 3.2 Metodologia

Na análise de dados em painel, escolher a técnica adequada é importante para a construção teórica e empírica do assunto em estudo.

Neste estudo vai-se tentar analisar a relação de causalidade entre a energia primária consumida (E) e o Produto Interno Bruto (Y) assim como a relação entre as outras variáveis inseridas no modelo escolhido, usando o painel dinâmico multivariado do método de causalidade de Granger. De modo a desenvolver este estudo, procedeu-se a realização de quatro fases durante o estudo.

A primeira fase visa testar a possibilidade de haver *cross section dependence* (CSD), este é um teste importante, pois, devemos ter em conta a possibilidade de existir CSD nos países. A necessidade deste teste deve-se ao facto da existência de um grande grau de globalização, trocas internacionais e integração financeira nos países escolhidos, o que faz com que haja a possibilidade de um país ser sensível ao choque que exista noutros países. Segundo Pesaran (2007), ignorar a CSD pode levar a uma substancial distorção das variáveis.

A segunda fase consiste em testar a presença de *unitroots* para obtermos informação sobre a estacionaridade das variáveis. Neste processo iremos usar métodos desenvolvidos por Breitung (2000), Choi (2001) (ADF-Choi) Im e al. (2001) (IPS) e Levin e al. (2002) (LLC), estes métodos são conhecidos como de 1º geração. O último teste utilizado para as *unitroots* é o teste de CIPS proposto por Pesaran (2007). Este último teste também nos diz de que em que ordem as variáveis estão integradas.

A fase três centra-se na realização de um teste de cointegração, a falha em encontrar evidência de correlação com o teste de Pedroni (2004) poderá ser provocada pela presença de choques estruturais nas séries, por isso, o teste utilizado para testar a cointegração foi o teste sugerido por Westerlund (2006), pois este teste pode adapta-se aos múltiplos choques estruturais que poderão existir nas séries.

A última fase depende dos resultados obtidos através das fases anteriores. Se existir cointegração entre as variáveis através do teste de Westerlund ou através da observação de memória longa concluiremos que existe cointegração, testando a causalidade de granger através do teste de Hausman. Segundo Dominique (2007), a memória longa consiste nas mudanças ocasionais dos níveis ou das variáveis durante um período de tempo mas que, após esse período, a existência dessas mudanças são esquecidas. Caso não exista cointegração teremos que proceder ao testes de curto prazo para obtermos os resultados

### **Estatísticas descritivas e *Cross section dependence***

A tabela 3 mostra uma visão das estatísticas descritivas assim como os resultados do teste para verificar a existência da CSD.

Tabela 4: Estatísticas e dependências das variáveis

Variáveis	Estatísticas descritivas					Cross section dependence (CSD)			
	Obs	Média	Desvio Padrão	Mín	Max	Teste de CSD	P-value	Corr	Abs (corr)
LY	987	6.440994	1.875419	3.121484	13.16861	97.58	0.000	0.982	0.982
LE	987	4.177803	1.370106	1.460938	7.771784	84.33	0.000	0.849	0.849
LN	987	8.923287	1.229114	6.897705	11.90219	80.53	0.000	0.811	0.811
LSI	987	-1.595972	0.1822631	-2.122247	-1.077799	18.48	0.000	0.186	0.384
LX	987	4.893052	1.79799	0.9202827	11.37831	97.90	0.000	0.985	0.985
DLY	966	0.0257234	0.0257234	-0.0872574	0.1129112	45.46	0.000	0.462	0.464
DLE	966	0.0197158	0.0476669	-0.260283	0.5647128	37.98	0.000	0.386	0.394
DLN	966	0.0081884	0.0185945	-0.1035566	0.1973705	21.61	0.000	0.220	0.241
DLSI	966	0.0020552	0.051835	-0.2537065	0.1757121	22.31	0.000	0.227	0.244
DLX	966	0.0544375	0.0579258	-0.2770157	0.279682	46.07	0.000	0.469	0.471

Notas: O prefixo "l" e "d" significam logaritmo natural e primeiras diferenças respectivamente. O teste CSD tem distribuição  $N(0,1)$ , e a  $H_0$ : Independência das cross das unidades

Através da tabela 3 podemos observar que existe CSD entre os 21 países analisados, logo sabemos que qualquer choque estrutural ou económico que atinja um país deste estudo poderá afectar positiva ou negativamente os restantes. Na tabela 5 mostramos os coeficientes de correlação médios entre as 5 variáveis que nos permitem observar as correlações entre a variável dependente e as variáveis independentes. Podemos concluir que a variável LSI está negativamente correlacionada com a variável dependente não sendo estatisticamente significativa. Na mesma tabela é apresentado o factor de inflação da variância (VIF), onde podemos observar através da média do VIF que a colinearidade não é um problema pois o valor da média do VIF encontra-se ainda longe do valor 10.

Tabela 5: Matriz das correlações e VIF

	LY	LE	LN	LSI	LX		DLY	DLE	DLN	DLSI	DLX
LY	1.0000					DLY	1.0000				
LE	0.7337	1.0000				DLE	0.4500	1.0000			
LN	0.7281	0.9435	1.0000			DLN	0.4600	0.1707	1.0000		
LSI	-0.0733	-0.2736	-0.1655	1.0000		DLSI	0.5215	0.2269	0.4370	1.0000	
LX	0.9391	0.6503	0.5862	0.5862	1.0000	DLX	0.5564	0.3283	0.1579	0.1017	1.0000
VIF		12.31	10.17	1.79	1.21			1.17	1.26	1.13	1.27
Mean VIF			6.37					1.21			

## Unit roots

Neste ponto iremos procurar a existência de *unit roots* para as cinco variáveis do estudo aqui realizado, LY, LE, LN, LSI e LX. Para testar a presença das *unit roots* realizaremos os testes de LLC, IPS, Breitung, ADF-Choi, ADF-Fisher e o teste de segunda geração CIPS. Na tabela 6 podemos observar os resultados dos testes realizados.

Tabela 6: Teste das Unit Roots

	1º Geração					2º Geração	
	LLC	Breitung	IPS	ADF-Fisher	ADF-Choi	CIPS (Zt-bar)	
	Sem constante					Sem tendência/constante	Com tendência
LY	11.7602	10.5766	-3.1991***	145.208***	-5.37144	-1.070	-0.037
LE	5.1057	4.8908	-7.8509***	262.288***	-12.1981***	-3.520***	-1.081
LN	8.2035	7.6001	3.6093	27.5964	3.67213	-1.021	1.037
LSI	0.5758	0.5846	-1.3285*	58.1375**	-1.66635**	0.828	-0.502
LX	13.4112	11.9053	-1.1471	54.0258	-0.97725	0.713	3.354
DLY	-8.2498***	-7.8217***	-7.0086***	283.998***	-13.4814***	-7.152***	-5.276***
DLE	-11.4150***	-10.3478***	-7.3881***	390.242***	-15.3183***	-10.790***	-9.688***
DLN	-11.6855***	-10.6156***	-9.6759***	321.276***	-14.7702***	-6.844***	-5.351***
DLSI	-17.3565***	-14.6515***	-11.5982***	367.064***	-16.1772***	-9.699***	-7.837***
DLX	-8.5006***	-8.0478***	-9.6875***	448.672***	-18.5339***	-5.767***	-3.832***

Notas: H0 é: LLC: painéis contem unit roots; Breitung : painéis contem unit roots; IPS: todos os painéis contem unit roots; ADF-Choi e ADF-Fisher; Pesaran (2007) teste de CIPS: série é I(1). Para todos os testes realizados foi incluído 2 lags.

Como podemos observar claramente no teste CIPS com tendência, todos os dados são integrados de ordem 1, I(1), mas não de ordem 2, como podemos analisar através dos resultados obtidos das diferenças. De acordo com Engle e Granger (1987), as variáveis partilham uma relação de equilíbrio no longo prazo caso sejam da mesma ordem, que é o nosso caso. Segundo Borozan (2013), uma importante propriedade das variáveis I(1) é que poderá haver combinações lineares nessas variáveis que são estacionárias ou I(0). Isto faz com que seja necessária fazer um teste de cointegração.

## Teste de cointegração

O teste de cointegração captura a presença da relação de duas ou mais variáveis no longo prazo. Significa que as variáveis partilham a mesma tendência, por isso, elas estão

ligadas a longo prazo mesmo que estejam a seguir caminhos diferentes a curto prazo. Narayan e Smyth (2008) afirmam que devido aos choques estruturais entre 1972-2002 se poderá verificar mudanças no mercado energético, devido ao domínio deste mercado por parte dos países do médio oriente desde 1973, e da política de racionamento aprovada pela OPEC entre 1983 e 1993. Como o estudo realizado se centra no período de tempo de 1965 a 2011, seguiremos o teste de cointegração sugerido por Westerlund (2006), que poderá adaptar múltiplos choques estruturais que poderão existir neste período de tempo 1965 a 2011. No entanto este teste poderá não conseguir captar outros fenómenos existentes como a memória longa que já referimos anteriormente, pois existe diferença entre os choques estruturais e a memória longa. Na tabela 7 poderemos observar os resultados obtidos a partir do teste de Westerlund. Como podemos observar através do p-value robusto temos o Ga e o Pa significantes para 10% e 5% respectivamente o que quer dizer que são cointegrados, já o Gt, e Pt não possuem cointegração através do teste de Westerlund. No entanto, após uma análise mais extensiva dos dados, podemos afirmar que existe memória longa nos dados o que no remete para que haja cointegração neste estudo realizado.

Tabela 7: Teste de cointegração Westerlund (2007)

<i>Estatística</i>	<i>Valor</i>	<i>Z-value</i>	<i>P-value</i>	<i>P-value Robusto</i>
<b>Gt</b>	-2.112	-0.594	0.276	0.064
<b>Ga</b>	-8.497	0.890	0.813	0.010
<b>Pt</b>	-8.718	-1.034	0.151	0.084
<b>Pa</b>	-7.591	-0.926	0.177	0.005

Notas: Resultados para Bootstrap (800), Pa e Pt testa a cointegração como um todo e o Ga e Gt testa a cointegração para cada país individualmente

No apêndice A1 podemos observar o correlograma que demonstra que, após as variações iniciais, o modelo normaliza para o restante período o que confirma a presença de memória longa.

### Teste de Hausman

Com os resultados obtidos anteriormente, o passo seguinte consiste através do teste de Hausman escolher o melhor estimador do modelo, essas escolhas poderão ser o PMG (Pesaran, Shin, e Smith 1999), MG (Pesaran e Smith 1995) ou FE (Green 2008). O estimador PMG restringe todos os coeficientes de longo prazo a serem comuns entre os países mas permite os coeficientes de curto prazo. Em contraste os estimadores OLS e o FE restringem tanto os coeficientes de longo prazo como os de curto prazo de serem iguais para todos os países. Já o MG é menos restritivo e permite que todos os coeficientes sejam heterogêneos entre os países.

O passo seguinte consiste em escolher qual o melhor estimador, através da tabela 8, podemos observar que os efeitos fixos, são o melhor estimador. Este consistiu em testar as

diferenças nos vários como podemos observar na tabela, foi testado o MG com o PMG, PMG com o FE e o MG com o FE.

Tabela 8: Teste de Hausman

Variáveis	MG	PMG	FE
DLE	0.7823883***	0.0900436***	0.0487869***
DLN	-0.4740265***	0.4188439***	0.3467797***
DLSI	0.0928651***	0.1588791***	0.1753694***
DLX	-0.1758307***	0.159051***	0.1720121***
ECM	-0.2298228***	-0.1342993***	-0.0465742***
LE	0.101644	0.1551459***	-0.146273
LN	0.433515	0.2057248***	0.7500131***
LSI	0.152984	0.2316848***	0.1934835*
LX	0.1466572	0.2599664***	0.4098517***
Hausman	mg vs pmg	pmg vs fe	mg vs fe
Chi2(4)	1.22	0.000	0.000
Prob>chi2	0.8754	1.000	1.000

Nota:\*\*\*,\*\*,\* traduz-se em significância a 1%, 5%, 10% respectivamente; Resultados do Hausman para H0: diferença nos coeficientes não é sistemática.Stata comment XTMPG para realizar o teste.

### Especificação do modelo

O modelo geral é o seguinte:

$$LY_{it} = \delta_t + \beta_1 LE_{it} + \beta_2 LN_{it} + \beta_3 LSI_{it} + \beta_4 LX_{it} + \varepsilon_t$$

De acordo com o modelo  $LY_{it}$  é a variável dependente,  $\delta_t$  é a tendência,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  e  $\beta_4$  são os coeficientes que quantificam a influencia do LE, LN, LSI e LX no LY respectivamente e o  $\varepsilon_t$  é o termo do erro. Na generalidade da função o i corresponde aos países e o t ao tempo.

O modelo geral é estimado a partir dos efeitos fixos com os erros dos desvios padrão de Driscoll e Krayy.



## 4. Resultados

Como foi observado na tabela 8, concluímos que o estimador mais apropriado entre o MG, PMG e FE, é o FE, este resultado foi obtido através de um teste de Hausman, onde a hipótese nula assumia que a diferença dos coeficientes não é sistemática.

Com a escolha do estimador FE podemos agora realizar alguns testes sobre o nosso estudo como a existência de heterocedasticidade, a existência de correlação contemporânea, e a existência de autocorrelação. Na tabela 9 podemos observar os resultados de três testes que referimos neste parágrafo.

Tabela 9: Testes específicos

Testes	Estatísticas
Teste de Wald Modificado	289.88***
Teste de Pesaran	13.250***
Teste de Wooldridge	18.066***

Nota: Teste de Wald  $H_0: \sigma(i)^2 = \sigma^2$  para todo  $i$ ; teste de Pesaran  $H_0$ : resíduos não estão correlacionados; teste de Wooldridge  $H_0$ : não existe Auto correlação de primeira ordem. \*\*\*, \*\*, \*, denota significância de 1%, 5% e 10% respectivamente.

Como podemos analisar na tabela 9, através do teste de Wald modificado concluímos que existe heterocedasticidade. O Teste de Pesaran diz-nos que existe correlação contemporânea, para realizar este teste usou-se o desvio padrão de Driscoll e Kraay. O resultado obtido do teste de Wooldridge confirma a existência de autocorrelação.

As estimações que efectuamos dos modelos OLS, FE, FE Robust e Driscoll-Kraay no longo prazo estão presentes na tabela 10, estas estimações tiveram sempre presentes o parâmetro tendência, pois os resultados obtidos são melhores usando a tendência. Devido as variáveis estarem expressas em logaritmos naturais, os coeficientes da energia, emprego, share do investimento e exportação podem ser interpretadas como elasticidades para longo prazo e semi-elasticidades para curto prazo, estas estimações são muito comuns na literatura da economia da energia, Narayan e Smyth (2008), Sadorky (2012) entre outros autores usam este tipo de estimações nos seus estudos. Como podemos observar, no curto prazo, todas as variáveis são positivas e altamente significantes a 1% exceto o variável DLE que é significativa apenas a 10% no modelo efeitos fixos com robustez. Estes resultados no curto prazo demonstram que existe relação estatística entre o crescimento económico e o consumo de energia, o emprego, o share do investimento e as exportações, todas delas influenciam positivamente o crescimento económico. O DLE consoante o modelo poderá ter coeficientes de 0.048 ou 0.06 o que demonstra que o crescimento de 1% no consumo de energia primária faz com que o crescimento económico cresça em 0,048%-0.06%, já o crescimento do emprego em 1% significa um aumento do LY em 0.31%-0.34%, o emprego é a variável estudada neste modelo que tem um maior impacto no crescimento económico, o share do investimento por sua vez faz crescer o LY em 0.17%-0.18% por cada 1% que cresce, por último as exportações

por cada 1% que crescem têm um reflexo no crescimento económico de 0.172%-0.175% positivamente. No longo prazo podemos observar que a significância das variáveis é menor em relação aos valores encontrados no curto prazo, assim como o valor da velocidade de ajustamento de -0.0017 e -0.046 que é demasiado baixo.

Tabela 10: Elasticidades e velocidade de ajustamento

Modelos	OLS	FE	FE ROBUSTO	FE DRISROLL-KRAAY
<b>Semi-Elasticidades de curto prazo</b>				
DLE	0.0626149***	0.0487869***	0.0487869*	0.0487869**
DLN	0.3104918***	0.3467797***	0.3467797***	0.3467797***
DLSI	0.1836433***	0.1753694***	0.1753694***	0.1753694***
DLX	0.1754422***	0.1720121***	0.1720121***	0.1720121***
<b>Elasticidades de longo prazo</b>				
LE	0.0595049	-0.146273	-0.146273	-0.146273
LN	0.2856596	0.7500131***	0.7500131***	0.7500131***
LSI	10.17503	0.1934835*	0.1934835	0.1934835
LX	1.079976***	0.4098517***	0.4098517***	0.4098517***
<b>Velocidade de ajustamento</b>				
ECM	-0.0017334	-0.0465742***	-0.0465742***	-0.0465742***
Obs	966			
r2	0.6481			
r2 ajustado	0.6444			
F	175.88***			

Nota:\*\*\*,\*\*,\* diz que é significante para 1%, 5%, 10% respectivamente. Stata comment xtsc.

No longo prazo pode-se observar que apenas sete elasticidades são altamente significantes e positivas sendo que apenas uma das elasticidades é significativa a 10%. O LX é significativo em todos os modelos a 1%, o LN é altamente significativo em todos os modelos excepto no modelo OLS, o LSI é significativo a 10% no modelo de efeitos fixos com robustez. Desta forma pode-se afirmar que o LE não tem relação estatística nenhuma com o PIB, assim como o LSI, pois apenas é significativo a 10% o que segundo Narayan (2008) é um resultado muito frágil, o que faz com que seja impossível afirmar qual o tipo de relação existente entre o LSI e o LY no longo prazo. Analisando melhor os resultados pode-se afirmar que o LN cada vez que cresce 1% significa um crescimento de 0.75% no LY, o LX faz crescer o PIB em 0.409%-1.07% por cada 1% que cresce.

Após a análise destes dados, calculados a partir do modelo de longo prazo, concluímos que os dados obtidos não são os esperados, pois o valor do ECM é de -0.046, valor demasiado baixo para que haja um verdadeiro mecanismo de ajustamento, ou seja, a correção é lenta e os choques que existem demoram a ser absorvidos, no entanto o valor é negativo exceto para o modelo dos mínimos quadrados e é altamente significativo o que era expetável. Os valores obtidos na cointegração a partir do teste de Wasterlund não são os melhores e são duvidosos, pois apenas dois factores têm cointegração, mesmo após termos confirmado a existência de

memória longa, concluímos que devido a alguns choques estruturais existentes não temos certeza que a memória longa seja totalmente credível, havendo a possibilidade de os valores no longo prazo não terem expressão, devido aos resultados encontrados na cointegração e na tabela 10. Desta forma, o modelo de longo prazo é duvidoso e poderá não ter uma estrutura de longo prazo, por isso, de seguida iremos analisar o modelo de curto prazo com o factor de robustez, pois o modelo de curto prazo passou os testes padrão necessários, como o teste de correlação contemporânea, de heterocedasticidade e de autocorrelação, e comparar com os resultados obtidos no curto prazo através do modelo de longo prazo, desta forma é expectável que a melhor estrutura para os dados aqui em estudo seja o modelo de curto prazo, para confirmar esta ideia iremos analisar os valores obtidos no curto prazo.

Na tabela 11 temos os resultados obtidos através do modelo de curto prazo, como podemos observar os resultados são muito mais razoáveis do que os que foram encontrados no longo prazo, podendo assim afirmar que a estrutura tem um modelo de curto prazo.

Tabela 11:Elasticidades no modelo de curto prazo

Modelos	OLS	FE	FE ROBUSTO	FE DRISCROLL-KRAAY
<b>Elasticidades de curto prazo</b>				
DLE	0.0713118***	0.0668017***	0.0668017***	0.0668017***
DLN	0.3150231***	0.3230421***	0.3230421***	0.3230421***
DLSI	0.1720945***	0.1780019***	0.1780019***	0.1780019***
DLX	0.1769390***	0.1678557***	0.1678557***	0.1678557***

Nota:\*\*\*, \*\*, \* diz que é significativo para 1%, 5%, 10% respectivamente

Analisando os dados obtidos na última tabela, observamos que todas as variáveis são altamente significantes a 1% e positivas, o que faz que todas as variáveis tenham um efeito positivo e de crescimento na economia. O valor do coeficiente DLE varia entre 0.0713 e 0.0668 o que quer dizer que, por cada 1% que esta variável cresce o LY irá crescer consoante o valor que o DLE tomar, o DLN por cada 1% que cresce afectará o LY em 0.315-0.323 positivamente, o DLSI irá fazer aumentar o LY em 0.172-0.178 por cada 1% que crescer, por último o DLX por cada 1% que aumentar o LY crescerá 0.167-0.176. Comparando os resultados da tabela 11 com os que obtivemos no curto prazo através do modelo de longo prazo na tabela 10, podemos afirmar que a diferença existente é muito reduzida, neste modelo de curto prazo todas as variáveis são significantes a 1%, já no modelo de longo prazo apenas a variável DLE no estimador Efeitos Fixos com robustez é significativa a 10%, todas as outras semi-elasticidades encontradas são significantes a 1%, os valores dos coeficientes não diferem muito entre si como podemos observar através dos resultados obtidos para curto prazo através dos modelos de longo prazo e curto prazo. Concluímos desta maneira que a estrutura mais adequada a este estudo é a estrutura de curto prazo, no entanto na discussão de resultados serão discutidos os dois modelos, pois apesar do modelo de longo prazo poder ter a

possibilidade de não ter expressão estatística, será de todo conveniente fazer a sua discussão na mesma.

## 5. Discussão

Tendo em consideração o que foi referido na revisão da literatura, acerca dos aspectos teóricos sobre o tema abordado, pretendemos agora na discussão apresentar os resultados obtidos de uma forma mais económica e prática sobre a relação entre o crescimento económico e o consumo de energia assim como a relação com as outras variáveis estudadas.

O estudo que se realizou centrou-se no período entre 1965 e 2011, neste período de tempo existiram muitos choques estruturais originados de mudanças de regime, choques petrolíferos ou crises económicas. Como observamos foi devido a estes choques estruturais que o modelo de longo prazo realizado pode não ser o mais adequado para o estudo devido a falta de expressão dos valores encontrados, por isso foi necessário utilizar o modelo de curto prazo, pois mesmo existindo cointegração os resultados obtidos nas elasticidades não foram os melhores, segundo Baranzini (2013). Parece contraditório que os resultados obtidos nas elasticidades não sejam os melhores ou haja falta de significância no longo prazo, tendo em conta a existência de cointegração, no nosso caso encontramos cointegração através da memória longa, entre o crescimento económico e o consumo de energia, os resultados encontrados por Baranzini dizem-nos que o crescimento económico e o consumo de energia tendem a mover-se juntas, no entanto não é possível ser preciso acerca da mudança no longo prazo que o consumo de energia tem no crescimento económico, pois as elasticidades no longo prazo não são significantes nos últimos 40 anos.

A tabela 10 dá-nos uma visão da estimação das relações das variáveis no longo prazo. No entanto os valores encontrados não são de fácil análise por causa dos problemas encontrados no modelo de longo prazo já referidos anteriormente. Como podemos observar, o consumo de energia primária e o share do investimento, que apenas é significativa a 10% no estimador efeitos fixos, são estatisticamente insignificantes, o que nos diz que não existe qualquer relação entre estas variáveis e o PIB, sendo assim encontramos no longo prazo a *neutrality hypotheses*, entre  $Y$  e  $E$ , esta situação segundo Baranzini (2013) pode resultar de choques estruturais existentes nas séries, como já foi referido anteriormente. Os resultados para o emprego revelam a existência de uma relação positiva com o PIB e altamente significativa, exceto no modelo dos mínimos quadrados, como era esperado quanto maior o nível do emprego maior será o PIB, este resultados mostra que políticas de criação de emprego são necessárias para obter um maior crescimento do produto interno bruto. As exportações são altamente significantes o que indicam claramente uma relação com o PIB, que demonstra que as exportações são extramente importantes neste grupo de países para o crescimento do PIB. O valor do ECM é altamente significativo para os modelos FE,FE com robustez e Driscoll, este valor demonstra um baixo valor da velocidade de ajustamento para o equilíbrio de longo

prazo. Já o valor do ECM no OLS é insignificante o que significa que nenhuma das variáveis é responsável das alterações no longo prazo.

No modelo de curto prazo os resultados encontrados são muito mais simples de analisar, pois a estrutura de curto prazo parece ser a mais adequada a este estudo, por isso iremos incidir e falar acerca das políticas que devem ser tomadas de acordo com os resultados encontrados. O consumo de energia primária é altamente significativo e positivo, no entanto esta variável é a que tem menos impacto na relação com o PIB de todas as variáveis estudadas, os resultados suportam a existência de causalidade de granger em uma direcção do consumo de energia para o PIB ( $E \rightarrow Y$ ), o que nos faz crer no importante papel que o consumo de energia tem no crescimento económico. O emprego como podemos observar é altamente significativo e positivo, sendo a variável que mais relação tem com o PIB de acordo com os dados obtidos, a relação do emprego com o PIB é a de *grow hypotheses* ( $N \rightarrow Y$ ). A variável share do investimento comporta-se da mesma forma que as duas variáveis anteriores, ou seja, significativa a 1% e positiva, onde existe causalidade de granger em uma direcção ( $SI \rightarrow Y$ ). Por fim as exportações, que como todas as variáveis já referidas, é altamente significativa e positiva, o que revela a existência de uma relação das exportações para o PIB ( $X \rightarrow E$ ).

Como podemos observar, todas as variáveis estudadas neste modelo de curto prazo se comportam de maneira muito semelhante em relação ao PIB, ou seja, todas elas têm uma relação de causalidade de granger numa direcção, deste modo qualquer uma destas variáveis tem um impacto no crescimento económico, o que torna assim importante analisar as medidas políticas que este grupo de países deve tomar tendo em atenção os resultados obtidos neste estudo no curto prazo.

Tendo em atenção todos os resultados obtidos, apercebemo-nos que o consumo de energia é um estímulo para o crescimento económico, assim as dificuldades dos países poderem ter políticas mais amigas do ambiente são mais difíceis de concretizar, estes países querem ter políticas ambientais devido ao protocolo de Quioto e ao bem-estar da sua população, no entanto as políticas a tomar serão difíceis, pois uma política de poupança da energia consumida irá levar a que haja um decréscimo do PIB, a solução é fazer um investimento em energias renováveis, como nos sugerem os resultados, o investimento tem um impacto positivo na economia, logo aproveitar que algum investimento realizado no país seja aplicado no desenvolvimento e criação de novas fontes de energia para que a dependência e o impacto da energia primária sejam menores na economia e assim poder haver um decréscimo no futuro deste tipo de energias e apostar mais em energias que criam mais bem-estar e menos problemas ambientais. Em relação aos resultados encontrados no emprego temos de ter em atenção que é a variável com maior impacto no PIB, algo expectável, pois sem emprego, existe menos oferta de bens e serviços, havendo menos produção a economia do país terá mais dificuldades em conseguir sustentabilidade, assim os países devem tomar medidas de criação de emprego com o objectivo de conseguir a maior taxa de empregabilidade possível para assim ser possível estimular a economia. Devido à

relação existente entre as exportações e o PIB devem ser praticadas políticas económicas que visem expandir mais as exportações, para isso deverão ser providenciados incentivos às empresas que exportam ou querem expandir a sua área de negócios para haver um aumento das exportações.

Em suma, podemos afirmar que devido a esta relação entre as variáveis E,N,SI e X, os países devem ter atenção às políticas que seguem, devem investir em novos tipos de energias principalmente renováveis para assim não ficarem tão dependentes da energia primária, através deste investimento criar postos de trabalho e se poder exportar as energias renováveis que criaram através do investimento. Soytas e Sari (2006) sugerem algumas ideias que os países desenvolvidos podem usar, como a mudança das energias primárias para as energias renováveis, através de políticas de impostos sobre as emissões de CO<sub>2</sub>, incentivos ao uso de energia renovável, investir em tecnologia para tornar as energias mais limpas e mais práticas de usar, no entanto são políticas que demoram a ser implementadas e, por isso, devem ser realizadas sabiamente, de forma a não prejudicar o crescimento económico no curto prazo e, sim, criar bases para o futuro.



## 6. Conclusão

Este estudo estende a literatura da relação entre o PIB e o consumo de energia introduzindo-lhe mais três variáveis, o emprego, o share do investimento e as exportações, e examina a relação dinâmica que estas variáveis têm entre si e qual a sua influência no PIB. Para a investigação deste trabalho foi utilizado uma amostra de 21 países, que podemos considerar desenvolvidos, e o período de tempo usado foi entre 1965 e 2011, para a análise destes dados recorreremos ao método de dados em painel. Os resultados empíricos deste estudo poderão ser usados para análises políticas.

Os estudos recentes no campo da relação entre o consumo de energia e o PIB dizem-nos que a existência de *cross section dependence* é um fator importante a ter neste campo de estudo, pois desta forma sabemos que qualquer choque que exista afectará o grupo de países aqui estudado.

O nosso de *unit roots* sugere que todas as variáveis são  $I(1)$  e que por isso exibem uma relação de longo prazo. No teste de Wasterlund concluímos através do suporte de memória longa que existe cointegração entre as variáveis. Depois, foi estimado as elasticidades no modelo de longo prazo e as elasticidades no modelo de curto prazo, devido ao fato de o modelo de longo prazo poder não ter expressão devido aos resultados encontrados.

As recentes ameaças climáticas, o protocolo de Quioto e a crise económica que os países desenvolvidos atravessam levam a que seja necessário estimular a economia. No entanto, a política de estímulo à economia deve ser sabiamente pensada. Os resultados encontrados no curto prazo, que são os que têm maior expressão no estudo, dizem-nos que o consumo de energia, o emprego, o share do investimento e as exportações estão relacionadas com o PIB, que qualquer alteração nessas variáveis terá um impacto no PIB. Como o consumo de energia está relacionado com o PIB, assim como o share do investimento, é necessário aos países investir em energias renováveis, para que a dependência em relação ao consumo de energia primária diminua. Caso exista um equilíbrio no investimento nas energias renováveis e políticas ambientais é possível aos países equilibrar as contas e, desta forma, conseguir reduzir pouco a pouco o consumo de energia. A relação entre as exportações e o PIB demonstram que o caminho a seguir é criar políticas de incentivo à exportação, através de incentivos às empresas exportadoras e de créditos às empresas com projectos para expandir o seu produto para o exterior. O emprego é a variável que mais impacto tem no PIB, o que era esperado, pois nos países estudados é expectável que, caso o emprego esteja baixo, as economias não funcionarão corretamente e terão dificuldades em conseguir sustentabilidade. Deste modo, é necessário fazer políticas que visem a criação de emprego, através de crédito à criação de empresas, de benefícios fiscais às empresas que contratem mais pessoas.

Em suma, encontramos evidência de relação de causalidade unidireccional entre a energia e o PIB, emprego e PIB, share do investimento e PIB e exportações e PIB. Assim,

políticas ambientais para a redução do consumo de energia por si só trarão efeitos negativos à economia e, por isso, é necessário investir noutra forma de energias para, assim, ser possível reduzir o consumo de energia sem trazer um impacto negativo ao PIB.

Os resultados encontrados para o longo prazo não foram ao encontro do que a maior parte dos estudos sugere, mas isto deve-se ao facto do período de tempo estudado neste trabalho ter demasiados choques estruturais, como Baranzini (2012) faz referência. Os resultados de curto prazo vão ao encontro dos resultados encontrados nos estudos que fazem referência ao modelo de curto prazo, ou seja, é encontrada uma relação do consumo de energia e das exportações com o PIB, o emprego e o share do investimento. Pelo que foi possível observar em relação a estas duas últimas variáveis, ao longo deste estudo, não foi possível encontrar um trabalho que as abordasse.

## Referências bibliográficas

Aboosedra, S. e Baghestani, H., 1989. New evidence on the casual relationship between United States energy consumption and gross national product. *Journal of Energy and Development*. 14, 285-292.

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

Apergis, N. e Payne, J.E., 2009. Energy consumption and economic growth in Central America: evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy Economics*. 31, 211-216.

Baranzini, A., Weber, S., Bareit e M., Mathys, N., 2013. The causal relationship between energy use and economic growth in Switzerland. *Energy Economics*. 36, 464-470.

Borozan, D., 2013. Exploring the relationship between energy consumption and GDP: Evidence from Croatia. *Energy Policy*.

Bowden N. e Payne J.E., 2009. The causal relationship between US energy consumption and real output: A disaggregated analysis. *Journal of Policy Modeling*. 31,180-188.

Breitung, J 2000. The local power of some unit root test for panel data. *Advances in econometrics*. 15, 161-67.

Chontanawat, J., Hunt, C. e Pierce, R., 2008. Does energy consumption cause economic growth? : Evidence from a systematic study of over 100 countries. *J. Policy Model*. 30, 209-220.

Coers, R., e Sanders M., 2013. The energy-GDP nexus; addressing an old question with new methods. *Energy Economics*. 36, 708-715.

Dominique, G., 2005. How can we define the concept of long memory? An econometric survey. *Journal econometric reviews*. 24, 113-149.

Engle, R.F., Granger, C.W.J., 1987. Cointegration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica* 55, 251-276.

Erol, U. e E. S. H. Yu 1987. Time series analysis of the causal relationships between U.S. energy and employment. *Resources and Energy* 9, 75-89.

Ferguson, R., 2000. Electricity use and economic development. *Energy Policies*. 28, 923-934.

Glasure, Y. e A. Lee 1998. Cointegration, error-correction and the relationship between GDP and energy: The case of South Korea and Singapore. *Resource and Energy Economics*. 20, 17-25.

Greene W., 2008. *Econometric analysis*. 6th ed., Prentice Hall.

Halicioglu, F., 2011. A dynamic econometric study of income, energy and exports in Turkey. *Energy*. 36, 3348-3354.

Im, K.S., Pesaran M., Shin Y., 2003. Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*. 115, 53-74.

Jemelkova, B., 2003. Energy and Economic development: an assessment of the state of knowledge. *Energy Journal*. 24, 93-112.

Johansen S. e Juselius K., 1991. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to money demand. *Oxford Bulletin Economics and Statistics*. 52, 169-10.

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

Lee, C., 2005. Energy consumption and GDP in developing countries: a cointegrated panel analysis. *Energy Economics*. 27, 415-427.

Lee, C., Chen P. e Chang, 2008. Energy consumption and economic growth in Asian economies: A more comprehensive analysis using panel data. *Resource and Energy Economics*. 30, 50-65.

Levin, A., Lin, C.F. e Chu, C., 2002. Unit root tests in panel data: asymptotic and finite sample properties. *Journal Economics*. 108, 1-24.

Lütkepohl, H., 1982. Non-causality due to omitted variables. *Journal of Econometrics*. 367-378.

Masih, M. e Masih R., 1996. Electricity consumption, real income and temporal causality: results from a multi-country study based on cointegration and error correction modeling techniques. *Energy Economics*. 18, 165-83.

Mehrara, M., 2007. Energy consumption and economic growth: the case of oil exporting countries. *Energy Policy*. 35, 2939-2945.

- Murray, D.A. e Nan, G.D., 1996. A definition of the gross domestic product-electrification interrelationship. *Journal Energy Development*. 19, 275-283.
- Nachane, D.M., Nadkarni, R.M. e Karnik, A.V., 1988. Cointegration and causality testing of the energy-GDP relationship: a cross-country study. *Appl. Economics*. 20, 1511-1531.
- Narayan P.K. e 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.
- Narayan, P.K. e R. Smyth, 2008. Energy consumption and real GDP in G7 countries: New evidence from panel cointegration with structural breaks. *Energy Economics*. 30, 2331 - 2341.
- Ozturk I., 2010. A literature survey on energy-growth nexus. *Energy Policy*. 38, 340-349.
- Payne J.P., 2010. Survey of the international evidence on the causal relationship between energy consumption and growth. *Journal of Economic Studies*. 37, 53-95.
- Pedroni, 2004. Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to PPP hypothesis: new results. *Econometric Theory*. 20, 597-627.
- Pesaran M. e Shin Y., 1999. An autoregressive distributed lag modeling approach to cointegration analysis. Cambridge University Press.
- Pesaran, M. e Smith, R., 1995. Estimating long-run relationships from dynamic heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*. 68, 79-113.
- Sadorsky, P, 2012. Energy consumption, output and trade in South America. *Energy Economics*. 34, 476-488.
- Sari, R. e Soytas, U., 2007. The growth of income and energy consumption in six developing countries. *Energy Policy*. 35, 889-898.
- Soytas, U., e R. Sari, 2003. Energy consumption and GDP: Causality relationship in G-7 countries and emerging markets. *Energy Economics*. 25, 33-37.
- Stern, D.I., 1993. Energy and economic growth in the USA. *Energy Economics*. 15, 137-150.
- Stern, D.I., 2000. A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US economy. *Energy Economics*. 22, 267-283.

Swane e Vistrand, 2006. Jobless Growth in Sweden-a descriptive study. Stockolm School of economics.

Westerlund, J., 2006. Testing for panel cointegration with multiple structural breaks. Oxford Bulletin of Economics and Statistics. 68, 101-132.

Yu, E. e Choi, Y., 1985. The casual relationship between energy and GNP: an international comparison. Journal of Energy and Development. 10, 249-272.









































Yu, E. e Hwang, B., 1984. The relationship between energy and GNP: further results. Energy Economics. 6, 186-190.

Zarnikau, J., 1997. A reexamination of the causal relationship between energy consumption and gross national product. Journal of Energy Development. 21, 229-39.

# Anexos

## Apêndice A1

Date: 05/23/13 Time: 12:07  
 Sample: 1965 2011  
 Included observations: 966

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.446	0.446	192.90	0.000
		2	0.207	0.009	234.30	0.000
		3	0.155	0.074	257.53	0.000
		4	0.053	-0.055	260.25	0.000
		5	0.030	0.018	261.11	0.000
		6	0.075	0.067	266.63	0.000
		7	0.062	0.008	270.35	0.000
		8	0.039	-0.001	271.84	0.000
		9	0.029	-0.003	272.68	0.000
		10	0.086	0.088	279.89	0.000
		11	0.010	-0.075	279.99	0.000
		12	-0.024	-0.021	280.55	0.000
		13	-0.062	-0.070	284.32	0.000
		14	-0.109	-0.059	296.00	0.000
		15	-0.008	0.099	296.07	0.000
		16	0.070	0.063	300.87	0.000
		17	0.062	0.013	304.62	0.000
		18	0.096	0.055	313.63	0.000
		19	0.028	-0.056	314.41	0.000
		20	0.003	0.006	314.42	0.000

