



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

COLÉGIO LUIS ANTÓNIO DE VERNEY

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

**Fronteira Estocástica de Produção de
Conhecimento: Inovação e
Desenvolvimento Sustentável**

Paula Marisa Gonçalves Martins Bento

Orientação:

Professora Doutora Ana Amorim Sampaio da Silva
Professor Doutor António João Coelho Sousa

Mestrado em Modelação Estatística e Análise de Dados

Área de especialização: *Aplicação em Ciências Económicas e
Empresariais*

Dissertação

Évora, 2014

Resumo

Fronteira Estocástica de Produção de Conhecimento: Inovação e Desenvolvimento Sustentável

A produção de conhecimento e o nível de inovação das economias, avaliadas à escala nacional, cada vez mais representam estratégias para se alcançarem patamares desejáveis de desenvolvimento. O número de patentes registadas na E.P.O. (*European Patent Office*) tem sido amplamente utilizado na literatura para medir a produção de conhecimento e o nível de inovação das economias. Neste trabalho foi analisado, ao nível das 34 economias da OCDE mais 6 parceiras, nos períodos 2000-2010 e 2000-2008/2008-2010 (antes e após a crise económica), o efeito combinado da qualidade da governança, das despesas em atividades de pesquisa e de desenvolvimento, da abertura aos mercados de capital e da captação de recursos humanos qualificados, no comportamento fronteira do número de patentes registadas. A regressão fronteira permitiu concluir que as despesas em pesquisa e desenvolvimento têm uma elevada importância no que toca ao número de registos de patentes que são feitas por país, que os investigadores influenciam o comportamento dos subgrupos dos países da OCDE. A crise de 2008 fez com que o progresso tecnológico deixa-se de ter uma importância tão acentuada na produção de patentes.

Abstract

Stochastic Frontier Production of Knowledge: Innovation and Sustainable Development

The production of knowledge and the level of innovation in the economies, evaluated at national level, increasingly represent strategies to achieve desirable levels of development. The number of patents registered in E.P.O. (European Patent Office) had been widely used in the literature to measure the production of knowledge and the level of innovation in the economies. This work analyses, with the 34 OECD economies 6 more partners, in the periods of 2000-2010 and 2000-2008/2008-2010 (before and after the economic crisis), the combined effect of the quality of governance, expenditure on research and development activities, openness to capital markets and attracting qualified human resources in the number of registered patents behavior. Regression frontier showed that expenditures on research and development have a high importance in terms of the number of patent applications that are registered in each country, the researchers influence the behavior of the subgroups of the OECD countries. The crisis of 2008 has made the technological progress ceases to have such a marked importance in the production of patents.

Índice

Resumo	2
Abstract.....	3
Índice	4
Índice de Diagramas	6
Índice de Gráficos	6
Índice de Tabelas.....	8
Introdução	10
Parte I	13
1. Desenvolvimento Sustentável, Inovação e Produção de Conhecimento.....	13
1.1. Desenvolvimento Sustentável	13
1.2. Inovação	15
1.3. Produção de Conhecimento.....	17
2. Eficiência em Farrell.....	19
3. Revisão de Literatura – Fronteiras Estocásticas	21
4. Metodologia	24
4.1. Fronteiras Estocásticas.....	25
4.1.1. Modelos Fronteira com Dados Seccionais	29
4.1.2. Modelos Fronteira com Dados em Painel.....	36
4.1.2.1. Modelos Fronteira com Ineficiência Invariante no Tempo	37
4.1.2.1.1. Modelo de Efeitos Fixos	38
4.1.2.1.1.1. Modelo de Pitt e Lee (1981).....	39
4.1.2.1.1.2. Modelo de Schmidt e Sickles (1984)	40
4.1.2.1.2. Modelos de Efeitos Aleatórios	40
4.1.2.2. Modelos Fronteira com Ineficiência Variante no Tempo.....	41
4.1.2.2.1. Modelo de Cornwell et al. (1990).....	42
4.1.2.2.2. Modelo de Lee e Schmidt (1993)	42
4.1.2.2.3. Modelo de Battese e Coelli (1992).....	43
4.1.2.2.4. Modelo de Battese e Coelli (1995).....	44
4.1.2.3. Modelos de Efeitos Individuais	46
4.2. Formas Funcionais	47
4.3. Testes de Hipóteses.....	49
Parte II – Estudo Empírico	51
1. Amostra e Descrição das Variáveis.....	51
1.1. Amostra	51
1.2. Variáveis.....	53
2. Estatísticas Descritivas	58
2.1. Variável Dependente	58
2.2. Variáveis Independentes	59

3. Estimação e Estudo.....	64
3.1. Fronteiras Estocásticas.....	66
3.1.1. Modelos de Pitt e Lee (1981), de Schmidt e Sickles (1984), de Cornwell et al. (1990) e de Lee e Schmidt (1993)	68
3.1.2. Modelo de Battese e Coelli (1992)	70
3.1.2.1. Segmentação da Amostra.....	71
3.1.2.2. Segmentação Temporal	72
3.1.3. Modelo de Battese e Coelli (1995)	74
3.1.3.1. Segmentação da Amostra.....	75
3.1.3.2. Segmentação Temporal	77
4. Análise de Resultados	80
4.1. Testes de Hipóteses.....	80
4.2. Scores de Eficiência.....	82
4.3. Caracterização dos 3 Países Mais/Menos Eficientes	89
4.3.1. Países Mais Eficientes	89
4.3.2. Países Menos Eficientes	99
5. Conclusão	108
Bibliografia	116
Anexos	128

Índice de Diagramas

Diagrama 1 - As Quatro Vertentes do Desenvolvimento Sustentável.....	14
Diagrama 2 - Os Quatro Tipos de Inovação	15
Diagrama 3 - As Quatro Origens da Inovação.....	17
Diagrama 4 - Componentes Que Levam ao Bem Estar/Qualidade de Vida	18

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Diagrama de Isoquanta.....	19
Gráfico 2 - Distribuição Média Marginal da Variável Dependente, Patentes, por Ano, nos Subgrupos de Países OCDE Europa, OCDE Não Europa e Não OCDE	58
Gráfico 3 - Distribuição das Despesas Efetuadas em Investigação e Desenvolvimento.....	60
Gráfico 4 - Caixas de Bigodes da Variável Pesquisa e Desenvolvimento no Ano Corrente, RDEt, e Desfasada, RDEt-1	61
Gráfico 5 - Caixa de Bigodes das Variáveis Despesas em Pesquisa e Desenvolvimento Feitas Pelo Setor Empresarial, BERDt, e Feitas Pelo Ensino Superior, HEERD	61
Gráfico 6 - Caixa de Bigodes da Variável que Mede o Investimento Estrangeiro nos Países Registadas em Entradas Líquidas, FDIin.....	62
Gráfico 7 - Caixa de Bigodes da Variável que Mede o Número de Investigadores em Pesquisa e Desenvolvimento, RSC.....	62
Gráfico 8 - Caixas de Bigodes dos Seis Indicadores da Governança.....	62
Gráfico 9 - Despesas Governamentais Efetuadas Pelos Estados Unidos da América.....	90
Gráfico 10 - Despesas em Saúde Efetuadas Pelos Estados Unidos da América	90
Gráfico 11 - Exportações e Importações Efetuadas Pelos Estados Unidos da América.....	91
Gráfico 12 - População Ativa Registada nos Estados Unidos da América	91

Gráfico 13 - Emprego Registado nos Estados Unidos da América.....	92
Gráfico 14 - Desemprego Registado nos Estados Unidos da América	92
Gráfico 15 - Despesas Governamentais Efetuadas Pela China	93
Gráfico 16 - Despesas de Saúde Efetuadas Pela China.....	93
Gráfico 17 - Exportações e Importações Efetuadas pela China.....	94
Gráfico 18 - População Ativa Registada na China	94
Gráfico 19 - Emprego Registado na China.....	95
Gráfico 20 - Desemprego Registado na China	95
Gráfico 21 - Despesas Governamentais Efetuadas pela Alemanha	96
Gráfico 22 - Despesas de Saúde Efetuadas Pela Alemanha.....	97
Gráfico 23 - Exportações e Importações Efetuada na Alemanha	97
Gráfico 24 - População Ativa Registada na Alemanha	97
Gráfico 25 - Emprego Registado na Alemanha.....	98
Gráfico 26 - Desemprego Registado na Alemanha	98
Gráfico 27 - Despesas Governamentais Efetuadas Pela Estónia.....	99
Gráfico 28 - Despesas em Saúde Efetuadas Pela Estónia.....	99
Gráfico 29 - Exportações e Importações Registadas na Estónia.....	100
Gráfico 30 - População Ativa Registada na Estónia.....	100
Gráfico 31 - Emprego Registado na Estónia.....	101
Gráfico 32 - Desemprego Registado na Estónia.....	101
Gráfico 33 - Despesas Governamentais Efetuadas Pelo Luxemburgo.....	102
Gráfico 34 - Despesas em Saúde Efetuadas Pelo Luxemburgo.....	102
Gráfico 35 - Exportações e Importações Registadas no Luxemburgo.....	103
Gráfico 36 - População Ativa Registada no Luxemburgo.....	103
Gráfico 37 - Emprego Registado no Luxemburgo.....	104
Gráfico 38 - Desemprego Registado no Luxemburgo.....	104
Gráfico 39 - Despesas Governamentais Efetuadas Pela Islândia.....	105

Gráfico 40 - Despesas de Saúde Efetuadas pela Islândia	105
Gráfico 41 - Exportações e Importações Registadas na Islândia.....	106
Gráfico 42 - População Ativa Registada na Islândia.....	106
Gráfico 43 - Emprego Registado na Islândia	107
Gráfico 44 - Desemprego Registado na Islândia.....	107
Gráfico 45 - Despesas Governamentais Efetuadas pelos 6 Países em Análise	130
Gráfico 46 - Despesas em Saúde Efetuadas pelos 6 Países em Análise	130
Gráfico 47 - Exportações Registadas nos 6 Países em Análise	131
Gráfico 48 - Importações Registadas nos 6 Países em Análise	131
Gráfico 49 - População Ativa Registada nos 6 Países em Análise	131
Gráfico 50 - Emprego Registado nos 6 Países em Análise.....	132
Gráfico 51 - Desemprego Registado nos 6 Países em Análise	132

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Países Constituintes da Amostra	51
Tabela 2 - Países Constituintes da OCDE Europa e OCDE não Europa	52
Tabela 3 - Variáveis Independentes e as Respetivas Unidades de Medida.....	54
Tabela 4 - Variáveis da Governança e Respetivas Unidades de Medida	56
Tabela 5 - Variáveis Caraterizadoras e Respetivas Unidades de Medida.....	57
Tabela 6 - Média, Desvio Padrão, Mínimo, Máximo e Unidade de Medida da Variável Dependente	58
Tabela 7 - Média, Desvio Padrão, Mínimo, Máximo e Unidades de Medida das Variáveis Independentes	59
Tabela 8 - Correlações das Variáveis Dependente, Patentes, e Independentes....	64
Tabela 9 - Correlações Entre as Variáveis Dependente, Patentes, e as Independentes RDE, FDIin, RSC e CC.....	65

Tabela 10 - Modelos de Pitt e Lee (1981), de Schmidt e Sickles (1984), de Cornwell et al. (1990) e de Lee e Schmidt (1993)	68
Tabela 11 - Modelo de Battese e Coelli (1992)	70
Tabela 12 - Modelo de Battese e Coelli (1992) Aplicado aos Subgrupos Formados	71
Tabela 13 - Modelo de Battese e Coelli (1992), Aplicado a Toda Amostra, Antes e Depois da Crise.....	72
Tabela 14 - Modelo de Battese e Coelli (1992), Aplicado aos Países da OCDE, Antes e Depois da Crise	73
Tabela 15 - Modelo de Battese e Coelli (1995)	74
Tabela 16 - Modelo de Battese e Coelli (1995) Aplicado aos Subgrupos Formados	75
Tabela 17 - Modelo de Battese e Coelli (1995), Aplicado a Toda Amostra, Antes e Depois da Crise.....	77
Tabela 18 - Modelo de Battese e Coelli (1995), Aplicado aos Países da OCDE, Antes e Depois da Crise	78
Tabela 19 - Testes de Hipóteses Aplicados ao Modelo de Battese e Coelli (1992)	80
Tabela 20 - Testes de Hipóteses Aplicados ao Modelo de Battese e Coelli (1995)	81
Tabela 21 - Score de Eficiência dos Países Constituintes da Amostra	82
Tabela 22 - Scores de Eficiência dos Países Constituintes dos 3 Subgrupos Formados.....	83
Tabela 23 - Scores de Eficiência dos Países Constituintes da Amostra, Antes e Depois da Crise.....	85
Tabela 24 - Scores de Eficiência dos Países Constituintes da OCDE, Antes e Depois da Crise.....	87
Tabela 25 - Variação Within e Between.....	128

Introdução

A produção de conhecimento e a sua disseminação constitui uma estratégia fundamental de operacionalização do desenvolvimento sustentável das economias à escala mundial, ou seja, de promoção do bem estar das populações em quadros ambientais, sociais, económicos e institucionais que não hipotequem as condições para as gerações futuras se desenvolverem. O interesse crescente pelo tema da competitividade associado ao desenvolvimento sustentável, tem acompanhado o processo de globalização das economias e de abertura dos mercados e tem também suscitado a pesquisa e o desenvolvimento de novos modelos de análise da eficiência económica.

A produção de conhecimento tem, assim, suscitado a atenção crescente da comunidade académica/científica e empresarial. A inovação tecnológica, produto de um determinado patamar de produção de conhecimento alcançado, representa um conceito determinante no desenvolvimento dos mercados e na pesquisa de novas soluções para problemas que constantemente as sociedades enfrentam.

Num mundo em que o crescimento sustentável das nações está, inevitavelmente, associado ao processo de inovação tecnológica e ao bem-estar social, importa investigar estes factores e respectivos indicadores em diferentes patamares de classificação e de contextos de análise (empresas, países, regiões e economias).

Sendo que a produção de patentes está diretamente ligada à inovação (Griliches, 1990, Patel e Pavitt, 1998) e à produção de conhecimento, e que estas duas dimensões não são diretamente mensuráveis, optou-se por utilizar o número de registos de patentes solicitadas à E.P.O. (*European Patent Office*) como variável de resposta que reflete a capacidade média de produção de conhecimento e de inovação de um determinado país.

O objectivo principal deste trabalho é investigar determinantes, directos e indirectos, para a produção de conhecimento de um país, sendo que esta dimensão é aproximada pelo número de patentes registadas anualmente. A amostra utilizada compreende um painel de dados relativos a 40 países¹ observados ao longo de 11 anos (2000-2010).

Na linha de Aigner, Lovell e Schmidt (1977), as análises são suportadas pela estimação de diversos modelos de produção de fronteira estocástica,

¹ 34 países membros da OCDE (Organização para o Crescimento e Desenvolvimento Económico) e 6 países parceiros da mesma.

aplicados a dados em painel (Pitt e Lee, 1981; Schmidt e Sickles, 1984; Cornwell et al., 1990; e Lee e Schmidt; 1993). Para a modelação dos determinantes da componente assimétrica do termo do erro, ou seja da ineficiência técnica, é adoptado o modelo de Battese e Coelli (1995) .

Os scores de eficiência de produção de conhecimento/produção de patentes são obtidos a partir do modelo de Battese e Coelli (1992).

Em termos de objectivos específicos, eles contêm investigação sobre: i) o efeito combinado das variáveis relacionadas com o investimento público e privado em pesquisa e desenvolvimento, entradas de capital, capital humano e indicadores da qualidade de governança, na produção de conhecimento e inovação, avaliada a partir do número de patentes registadas anualmente; ii) o efeito combinado das variáveis relacionadas com o investimento público e privado em pesquisa e desenvolvimento, entradas de capital e capital humano no número de registos de patentes; iii) o efeito dos indicadores de dimensão da governança na variação da ineficiência produtiva das patentes, antes e depois da crise económica; iiiii) efeito dos determinantes directos e indirectos das patentes nos subgrupos formados; iiiiii) efeito do investimento público e privado em pesquisa e desenvolvimento, entradas de capital, capital humano e indicadores da qualidade de governança, na produção de conhecimento e inovação, antes e depois da crise e também em relação ao subgrupo da OCDE.

Na abordagem paramétrica às fronteiras de produção investigou-se a relação entre a produção de conhecimento via número de registo de patentes e as dimensões associadas ao desenvolvimento sustentável, na vertente social, económica, institucional e ambiental, a partir dos modelos de Pitt e Lee (1981), Schmidt e Sickles (1984), Cornwell et al. (1990), Lee e Schmidt (1993) e Battese e Coelli (1992) e (1995).

O trabalho está dividido em duas partes, a primeira de cariz teórico e a segunda de cariz prático. A primeira parte subdivide-se em quatro capítulos. No primeiro capítulo são abordados os conceitos de produção de conhecimento, de desenvolvimento sustentável e de inovação. No segundo capítulo é apresentado o conceito de eficiência em Farrel. No terceiro capítulo é apresentada uma breve revisão de literatura sobre i) produção de conhecimento, desenvolvimento sustentável e inovação; ii) Inovação e modelos fronteira estocásticas; iii) modelos fronteira estocásticas. No quarto capítulo é explorada a metodologia das fronteiras estocásticas, com dados seccionais e depois com dados em painel.

Na segunda parte do trabalho é feito o estudo empírico.

No primeiro capítulo descreve-se a amostra e as variáveis que entram no modelo. Depois são analisadas as estatísticas descritivas das variáveis de interesse.

No segundo capítulo são estimados e analisados os modelos de Pitt e Lee (1981), Schmidt e Sickles (1984), Cornwell et al. (1990), Lee e Schmidt (1993), Battesse e Coelli (1992) e (1995).

No terceiro capítulo são feitos scores de eficiencia, não só para a amostra como para os subgrupos formados, para a amostra e a OCDE em relação à crise.

No capítulo quatro é feita a análise dos resultados.

No último capítulo são apresentadas as conclusões.

Parte I

1. Desenvolvimento Sustentável, Inovação e Produção de Conhecimento

Quando se aborda o desenvolvimento sustentável de uma nação aborda-se um processo complexo que abrange, não só a dimensão económica, como também as dimensões sociais, institucionais e ambientais.

Por sua vez a inovação na sua multidimensionalidade, seja inovação de produto, de processo, organizacional ou de marketing, representa uma vantagem competitiva suportada no conhecimento tecnológico.

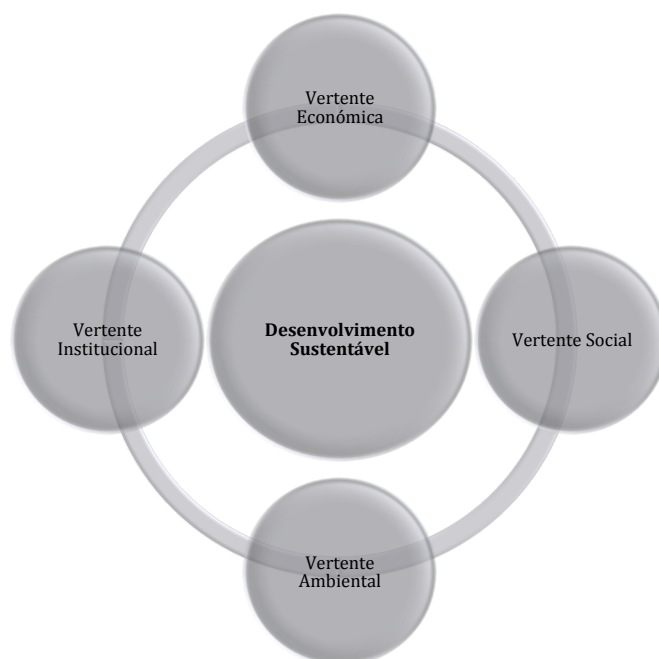
A produção de conhecimento e o investimento em pesquisa e desenvolvimento são eixos fundamentais a considerar em qualquer programa direcionado para a promoção do desenvolvimento sustentável.

1.1. Desenvolvimento Sustentável

Segundo o Relatório de Brundtland (1987), o conceito de desenvolvimento sustentável está associado ao desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades. Significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e económico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais. Ou seja, significa melhorar as condições de vida da sociedade e promover o crescimento atual de modo a que não se condicione o crescimento futuro.

O desenvolvimento sustentável visa o equilíbrio entre as suas quatro principais componentes: económica, social, ambiental e institucional.

No diagrama 1 são apresentadas as vertentes referidas.

Diagrama 1 - As Quatro Vertentes do Desenvolvimento Sustentável

A vertente ambiental visa a administração dos assuntos relacionados com o ecossistema sustentavelmente, ou seja, a capacidade ambiental de se manter as condições de vida da população e dos seres vivos, sem pôr em causa a habitabilidade, o meio ambiente e as suas fontes de energia renováveis.

A vertente institucional está associada à oportunidade de transformar em termos processuais, sistemáticos, comportamentais e normativos uma nação, de modo a que esta consiga progredir de uma forma mais empreendedora, dinâmica, rápida, eficiente e eficaz em relação ao cumprimento dos seus objectivos e fins.

A vertente social procura encontrar o equilíbrio social através de um conjunto de ações que visam melhorar a qualidade de vida da população, no intuito de diminuir as desigualdades sociais, reforçar os direitos das pessoas e garantir-lhes educação e saúde prioritariamente.

A vertente económica engloba um conjunto de ações e políticas que pretendem articular na sociedade, preocupações e conceitos ambientais com mais valias em termos económicos, criando-se assim uma ligação entre vertentes do desenvolvimento sustentável.

Será importante referir que, em 2001 foi apresentado, a nível europeu, um plano estratégico para a promoção do desenvolvimento sustentável. Em 2005, esse plano foi melhorado com o objectivo de integrar mais

preocupações ambientais no plano político, nomeadamente para sensibilizar as autoridades públicas para os efeitos devastadores provocados pelo nível de poluição das sociedades, para os problemas sanitários existentes a nível das nações, para a necessidade de melhorar a gestão dos recursos naturais, combater a exclusão e a pobreza e “atacar” as alterações climáticas. Nos últimos anos, muitas organizações têm tentado quantificar a sustentabilidade através de indicadores diversos.

1.2. Inovação

A inovação resulta da investigação, exploração e operacionalização de novos conceitos, ideias, objetos que são passíveis de criar novos mercados.

A inovação é o processo que engloba o conjunto de técnicas, concepções, desenvolvimento e gestão para promover a comercialização de novos produtos ou o melhoramento dos já existentes. Deste modo a inovação poderá ser entendida como uma maneira de obter ganhos de eficiência com o aproveitamento de certos níveis de recursos. Quando a inovação provoca aumentos de competitividade passa então a ser considerada como um factor fundamental para a sociedade, contribuindo para o seu desenvolvimento económico, de modo sustentável.

Podemos ter quatro tipos de inovação, de produto, de processo, organizacional e de marketing, como exemplifica o diagrama 2.

Diagrama 2 - Os Quatro Tipos de Inovação



De acordo com o Oslo Manual (2005), estas quatro dimensões são detalhadas da seguinte forma:

- **Inovação de Produto:** Consiste na introdução no mercado de novos ou melhorados produtos ou serviços. Compreende alterações nos produtos a nível técnico, estruturais, em termos de componentes, software e outras características funcionais.
- **Inovação de Processo:** Consiste na implementação de processos produtivos ou logísticos novos ou melhorados. Inclui alterações importantes em termos técnicos, de equipamento e de software. Este tipo de inovação não afecta directamente o produto final mas melhora o processo produtivo do mesmo, fazendo com que se verifiquem aumentos de produtividade e redução de custos.
- **Inovação Organizacional:** Consiste na implementação de novos métodos organizacionais numa empresa em termos de práticas negociais, organização e relações externas.
- **Inovação de Marketing:** Consiste na implementação de novas estratégias de marketing, para melhorar as formas de divulgação do produto final. Inclui melhorias em termos de design, preço, distribuição e promoção dos produtos.

Será conveniente referir que, quando se fala em inovação de produto e de processo destaca-se o produto final da inovação e quando se fala em inovação organizacional e de marketing destaca-se a estratégia inovadora para a obtenção de produtos competitivos.

Tendo em atenção a origem da inovação, esta pode ser classificada de aberta ou fechada. A inovação aberta consiste no processo de utilizar fontes de conhecimento externas à empresa para melhorar a gestão e o saber implícito da empresa para assim conseguir acelerar o processo de inovação. A inovação fechada consiste no processo de limitar o conhecimento ao interior da empresa.

Como o processo de inovação é passível de acrescentar valor aos produtos, quem o produz ganha, normalmente, características diferenciadoras competitivas.

A inovação e os seus benefícios não são só das empresas, mas também dos países e regiões que utilizam a inovação como uma ferramenta para aumentar o emprego e ter acesso ao mundo globalizado.

De seguida, no diagrama 3, apresentam-se as várias origens possíveis da inovação.

Diagrama 3 - As Quatro Origens da Inovação



O conjunto de todos estes elementos geradores de inovação (universidades, centros de pesquisa, governo empresa) designa-se, normalmente, de sistema de inovação.

1.3. Produção de Conhecimento

A produção de conhecimento é um processo complexo e demorado. Para que haja produção de conhecimento é necessário que exista uma ideia, acreditar nela e explorá-la até às últimas instâncias. Por vezes, uma ideia leva anos para germinar na mente de uma pessoa. Esta exige tempo para pesquisar e desenvolver-se plenamente e independentemente, como por exemplo o rádio, que apesar de encontrarem as ondas magnéticas em 1888, só surgiu em 1895.

Além do tempo necessário para fazer a pesquisa e produção de novos conhecimentos, terá de haver financiamento adequado para a realização da

pesquisa. A investigação científica exige investimentos significativos em tempo e dinheiro.

Sendo que a produção de conhecimento não é diretamente mensurável, então é necessário encontrar variáveis ou indicadores diretamente relacionados com o conceito que se quer estudar.

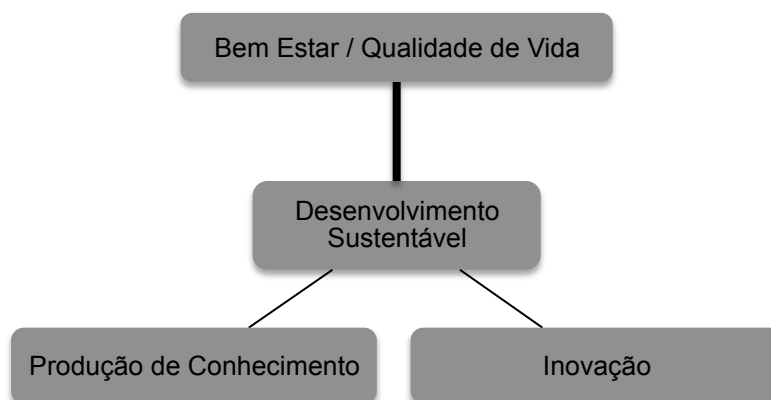
Existem diversas variáveis que podem aproximar para medir a produção de conhecimento. De entre elas destacamos o número de patentes e de artigos publicados (Ruffus Polock, 2009).

No caso deste estudo, a variável escolhida para ser uma aproximação à produção de conhecimento foi o número de pedidos de registos de patentes de um país.

A variável dependente a incluir nos vários modelos, representa uma aproximação da inovação e da produção de conhecimento, ou seja, o número de pedidos de patentes solicitados à EPO (European Patent Office) tendo como país de referência o de residência dos autores. Esta variável é utilizada por refletir a inovação, pois uma patente consiste num conjunto de direitos exclusivos acerca de uma invenção registada em sede pública e que dão ao inventor o poder de a explorar comercialmente. Em contrapartida, proporciona à sociedade acesso às partes fulcrais da invenção, para que seja de domínio público aquela manifestação de conhecimento novo. As patentes protegem o inventor em relação à sua criação e fazem com que esta não seja replicada, usada ou vendida, sem autorização do autor.

O diagrama 4 articula as três dimensões em análise com o bem estar geral/qualidade de vida das sociedades.

Diagrama 4 - Componentes Que Levam ao Bem Estar/Qualidade de Vida



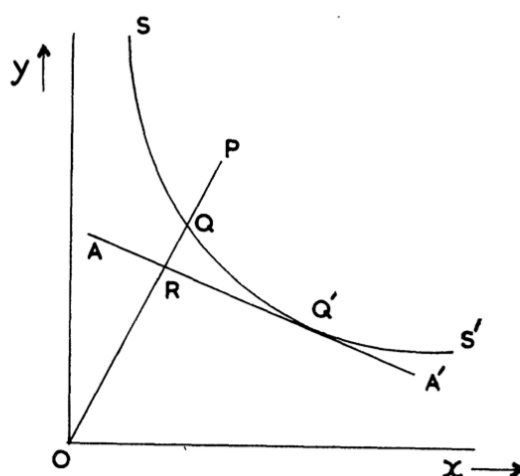
2. Eficiência em Farrell

As funções de produção fronteira ou modelos de produção são utilizados para medir a eficiência técnica. É avaliado o comportamento de uma unidade produtiva relativamente a um nível óptimo de desempenho e o seu comportamento médio se a unidade produtiva atuar sobre a fronteira de produção diz-se que é tecnicamente eficiente, se pelo contrário estiver por baixo da fronteira diz-se ser tecnicamente ineficiente.

Farrell (1957) propôs a decomposição da eficiência global (E_G) em duas componentes: eficiência técnica (E_T) e eficiência alocativa (E_A).

Assumindo que se tem dois factores produtivos que produzem um só produto com rendimentos à escala constantes e que a função de produção de eficiência é conhecida, ou seja, o output que a empresa perfeitamente eficiente obtém é dado a partir de uma dada combinação de inputs. Quando se assume que os rendimentos à escala são constantes consegue-se obter toda informação significativa através de um simples diagrama de isoquanta.

Gráfico 1 - Diagrama de Isoquanta



Neste diagrama o ponto P representa os inputs dos dois factores, por unidade de output, que a empresa utiliza. A isoquanta SS' representa as várias combinações dos dois factores que a empresa eficiente na produção do seu output.

O ponto Q representa uma empresa eficiente que utiliza os dois factores com o mesmo rácio como P. Pode-se ver que esta produz o mesmo output que P utilizando unicamente a fracção OQ/OP tanto de cada um dos factores.

Mostra-se assim natural definir OP/OQ como a eficiência técnica (E_T) da empresa P.

Este rácio mostra que a medição da eficiência técnica é muito importante e necessária, esta assume o valor de 1 ou 100% quando a empresa é perfeitamente eficiente e torna-se indefinidamente pequena se as quantidades de inputs por unidade de output se tornar indeterminadamente grande. Ainda, enquanto SS' tiver um declive negativo, um aumento nos inputs por unidade de output vai implicar eficiência técnica baixa.

No entanto, também é preciso uma medida de até que ponto uma empresa utiliza os vários factores de produção nas melhores proporções, na óptica dos seus preços. Deste modo se AA' tiver um declive igual ao rácio dos preços dos dois factores Q' e não Q é o método ótimo de produção. Embora os dois pontos representem 100% eficiência técnica, os custos de produção em Q' serão unicamente uma fracção OR/OQ em Q. É natural que este rácio seja definido como a eficiência preço (E_P) de Q.

Ainda, se a empresa em análise mudar as proporções de seus inputs até que estes sejam os mesmos representados por Q', sendo que a eficiência técnica continua constante, os custos serão reduzidos através do OR/OQ, enquanto o factor dos preços não mudar. É plausível então dizer que este rácio mede a eficiência preço da empresa P.

Se a empresa for perfeitamente eficiente, tanto tecnicamente e no que diz respeito aos preços, os seus custos serão uma fracção OR/OP do que eles realmente são. É oportuno chamar a este rácio a eficiência global da empresa e é igual ao produto das eficiências técnicas e de preço:

$$E_G = E_T \times E_P$$

onde a eficiência global (E_G) varia entre zero e um.

3. Revisão de Literatura – Fronteiras Estocásticas

São vários os estudos que se têm debruçado sobre as temáticas da produção de conhecimento, do desenvolvimento sustentável e da inovação, devido à crescente importância que estas dimensões têm vindo a representar no bem estar das sociedades à escala mundial. Vejamos apenas alguns:

Produção de Conhecimento, Desenvolvimento Sustentável e Inovação

Robert Kates, Thomas Parris e Anthony Leiserowitz (2005) e a OCDE em conjunto com o Eurostat e a UNECE - United Nations Economic Commission for Europe - (2008) definiram a multidimensionalidade do desenvolvimento sustentável, conceito este já largamente estudado e avaliado.

Karlin Adams (2006), por sua vez, estudou as fontes de inovação e criatividade.

Rufus Pollock (2009) e Shilpa Shanbhag (2006) investigaram os padrões da produção de conhecimento.

Quando há produção de conhecimento, normalmente há desenvolvimento e as nações tornam-se mais competitivas e potenciadoras de desenvolvimento.

Wolfgang Keller (2004) estudou a difusão tecnológica internacional e os canais pela qual ela é feita, concluindo que as diferenças de produtividade explicam uma grande parte das variações de tecnologia entre países e, por sua vez, a tecnologia é importante para determinar a produtividade. O padrão da mudança técnica global é determinado, em grande parte, pela magnitude da difusão tecnológica internacional.

Em relação à inovação e sua interação com o desenvolvimento sustentável, João Rebelo (1993) apresentou uma estratégia empresarial inovadora para as empresas vitivinícolas do Douro. Patel e Pavitt (1998) estudaram a inovação em relação à internacionalização da pesquisa e do desenvolvimento.

Luciano Carvalho, Luiz di Serio e Marcos Vaconcelhos (2012), estudaram a competitividade dos países com o objectivo de simplificar o conceito que representa um papel muito importante quando se escolhe um país para investir.

Também em relação ao efeito destes conceitos ao nível das unidades produtivas de um determinado país, Tales Andreassi, Eduardo Albuquerque, Paulo Macedo e Roberto Sbragria (1998), estudaram as interações entre a

inovação e a produção de patentes como indicador de produção de conhecimento.

Inovação e Modelos de Fronteira Estocásticos

A consideração do factor inovação em modelos de fronteira estocásticos surge em muitos estudos.

Xiaolan Fu e Qing Yang (2008) analisaram as atividades económicas relacionadas com as patentes, para uma amostra de países da OECD em relação a uma fronteira mundial. Diagnosticaram diferenças entre os países em análise e concluíram que a vantagem competitiva obtida através das patentes é decomposta em eficiência e capacidade de patentear. Concluíram ainda que apesar de existirem diferenças substanciais entre a Europa e os outros líderes mundiais, essas diferenças estão a esbater-se. Em termos de eficiência em patentear, o Japão, a Alemanha e a Itália têm vindo a ganhar terreno ao longo dos anos. Os factores institucionais mostraram-se relevantes em relação à eficiência do registo de patentes por parte das economias.

Jaap Bos, Ryan van Lamoen e Mark Sanders (2011) estimaram o efeito dos regressores associados à pesquisa e desenvolvimento na capacidade de inovar. Utilizaram uma amostra de empresas holandesas para estimar os parâmetros do modelo fronteira. Concluíram que mais de 63% das variações na capacidade de inovar se devem à ineficiência no processo de inovação, sendo que 37% são explicadas pelas diferenças no processo produtivo em si.

Chiara Franco e Riccardo Leoncini (2011) mediram a capacidade de inovar da China, a partir de um modelo fronteira em que a variável dependente era as patentes. A capacidade de inovar do sistema tecnológico da China está a crescer mais rápido do que o normal em comparação com os países da OCDE, que eram até então os mais inovadores. A China apresenta uma clara abertura aos mercados externos, representando isso um factor determinante para explicar a capacidade de inovar.

Chiara Franco, Fabio Pieri e Francesco Venturini (2013), por sua vez, estudaram o papel da qualidade de regulação do mercado de produtos em termos de eficiência ao inovar a partir de um modelo fronteira de produção de conhecimento, onde a variável dependente era também as patentes e os regressores eram o stock e as despesas em pesquisa e desenvolvimento, para um largo número de países industrializados da OECD. Concluíram que a regulação de serviços reduz consideravelmente a eficiência em termos de pesquisa e desenvolvimento no sector industrial. O impacto marginal da regulação do mercado de produtos é maior em economias menos

regulamentadas, o que nos indica que os grandes melhoramentos de eficiência em pesquisa e desenvolvimento não são atingíveis em países não regulamentados.

Modelos de Fronteiras Estocásticas: Outras aplicações

A literatura sobre fronteiras estocásticas é muito vasta e rica, destacando-se autores como Aigner, Lovell e Schmidt (1977), Pitt e Lee (1981), Schmidt e Sickles (1984), Cornwell et al. (1990), Kumbhakar (1990), Lee e Schmidt (1993) e Battese e Coelli 1988, 1992 e 1995. A modelação de Battese e Coelli (1995) investiga os determinantes da eficiência técnica.

Simar (1992), por sua vez, estimou medidas de eficiência para 19 companhias de caminho de ferro europeias, observadas ao longo de 14 anos (1970-1983), através da adaptação dos métodos econométricos tradicionais para dados em painel ao problema da estimação com modelos fronteira. Para o efeito, utilizou modelos de efeitos fixos e modelos de efeitos aleatórios. Para a especificação da forma funcional, adoptou a forma Translogarítmica.

Battese e Broca (1997), analisaram, para o período 1986-91, a produção de trigo num distrito do Paquistão, através da estimação de medidas de eficiência variáveis no tempo. Para a análise, os autores utilizaram três modelos diferentes: i) o modelo de variação temporal de Battese e Coelli (1992), ii) o modelo de efeitos aleatórios com dados em painel de Battese e Coelli (1995), iii) os modelos de fronteira não neutral de Huang e Liu (1994). Com base nas especificações, foram comparadas as explorações em termos de eficiência técnica, de elasticidade e de economia de escala. A Translogarítmica e a Cobb-Douglas foram as formas funcionais escolhidas para a análise.

Rossi (2001) analisou o sector de distribuição de gás coreano, no período 1987-1992, a partir de uma função de produção Cobb-Douglas, do método COLS e do modelo de Battese e Coelli (1992).

No âmbito da área da saúde Francisco Franco e Mário Fortuna (2003) avaliaram a eficácia do sistema hospitalar em Portugal a partir de métodos das fronteiras estocásticas. Analisaram ainda o tema da eficiência produtiva e também as diferentes formas de especificação da tecnologia, temas estes diretamente relacionados com a eficiência.

Shao-HsunKeng e Yang Li (2010) analisaram a produção e eficiência dos cuidados de saúde mundiais, medindo e comparando a eficiência da produção de saúde em vários países ao longo do tempo.

4. Metodologia

Para medir o desempenho económico das unidades produtivas, as técnicas utilizadas tradicionalmente estimavam, unicamente, funções médias de produção (de custo ou de lucro, Zellner e Revenkar, 1969), funções estas que traduziam o comportamento médio da variável dependente.

A função média é dada por:

$$y_i = x_i\beta + \varepsilon_i ; \varepsilon_i \cap N(0, \sigma^2) \quad (1)$$

onde y_i representa o output da unidade i , x_i representa um vector de inputs, β representa um vector de parâmetros desconhecidos e ε_i representa o termo do erro que, neste caso, segue uma distribuição normal simétrica de probabilidade e os resíduos ocorrem em ambos os lados da reta de regressão.

A fronteira de produção $f(x_i; \beta)$ é determinística o que significa que todos os outputs de y_i observados do máximo exequível de $f(x_i; \beta)$ são atribuídos à eficiência técnica, sendo ignorados os efeitos aleatórios não controláveis.

Para que estes sejam incorporados e incluídos no modelo é especificada a fronteira de produção estocástica de seguinte forma:

$$y_i = f(x_i; \beta) \exp(v_i) TE_i \quad (2)$$

onde $f(x_i; \beta) \exp(v_i)$ representa a fronteira estocástica composta por uma parte determinística, $f(x_i; \beta)$, e por uma parte específica, os efeitos aleatórios sobre y , ou seja $\exp(v_i)$.

Quando a fronteira de produção é estocástica TE_i é dado por:

$$TE_i = \frac{y_i}{f(x_i; \beta) \exp(v_i)} \quad (3)$$

se $TE_i = 1$ é atingido o valor máximo possível de $f(x_i; \beta) \exp(v_i)$ não existindo ineficácia no processo, se por outro lado $TE_i < 1$ há ineficiência no processo produtivo.

4.1. Fronteiras Estocásticas

A abordagem dos modelos fronteira engloba duas categorias, modelos paramétricos e não paramétricos (Lovell, 1993 e Zi et al, 1998).

A abordagem paramétrica ou estatística, mais restritiva, impõe especificações à função de produção. Esta abordagem tem a vantagem de permitir que certos procedimento de inferência estatística, como testes de hipóteses às especificações do termo da eficiência e todos os outros parâmetros estimados, sejam aplicados à função de produção fronteira.

A abordagem não-paramétrica (também conhecida por DEA - Data Envelopment Analysis) utiliza técnicas de programação linear e tem como principal característica e vantagem a não necessidade de impor aos dados uma forma funcional explícita. É no entanto, sensível a observações extremas (Aigner e Chu 1968, Timmer 1971).

Quando se quer medir a eficiência das unidades produtivas, as funções de produção (de custo ou de lucro) são especificadas em termos de funções fronteira (Schmidt, 1976).

Neste caso, a função a estimar é dada por:

$$y_i = x_i\beta + \varepsilon_i \quad (4)$$

em que a distribuição do termo do erro é dada por uma combinação entre uma componente com distribuição simétrica, aleatória, i.i.d. (v_i) e uma componente de distribuição assimétrica de probabilidade (u_i) que pode seguir uma exponencial, uma normal truncada, uma semi-normal ou uma gamma.

A diferença entre as duas funções é que na função média o termo do erro (ε_i) segue uma distribuição simétrica de probabilidade e na função fronteira o termo do erro é composto e quando se estima modelos fronteiras estocásticos o termo do erro é dado por $\varepsilon_i = v_i + u_i$ num modelo fronteira de custo e $\varepsilon_i = v_i - u_i$ num modelo fronteira de produção.

A eficiência técnica pode ser modelada através, ou de uma função de produção fronteira determinística e ou estocástica. Os modelos de fronteira determinísticos pressupõem que a variação residual está associada à ineficiência do processo e os modelos de fronteira estocásticos a variação residual é explicada não só pela componente do erro que reflete a ineficiência como também por outros factores aleatórios (erros de medição e causas não identificáveis).

Aigner e Chu (1968), Afraid (1972) e Richmond (1974) abordaram as funções de produção fronteira paramétricas assumindo uma função que maximiza os outputs dados certos inputs.

$$y_i = f(x_i; \beta) \quad (5)$$

onde y_i é o máximo de outputs obtidos de x_i que representa um vector de inputs e β é um parâmetro/vector desconhecido a ser estimado.

Aigner, Lovell e Schmidt (1977) investigaram e estimaram por máxima verosimilhança um modelo com um termo do erro (ε_i) com duas componentes.

$$y_i = f(x_i; \beta) + \varepsilon_i \quad (6)$$

onde $\varepsilon_i = v_i - u_i$ sendo que $i = 1, \dots, N$ e $\varepsilon_i \leq 0$, v_i é a componente simétrica, i.i.d. e com uma distribuição $N(0; \sigma_v^2)$ e u_i é a componente assimétrica do erro, distribuído de forma independente de v_i e não negativo, maior ou igual a zero, este é o termo do erro unilateral que representa a ineficiência técnica.

Um modelo de fronteira de produção com componente assimétrica que traduz a ineficiência técnica pode ser escrito da seguinte forma:

$$y_i = f(x_i; \beta) TE_i \quad (7)$$

onde y_i é o output de produção de $i (i = 1, \dots, N)$, x_i é o vector de inputs, $f(x_i; \beta)$ é a fronteira de produção e β é o vector de parâmetros tecnológicos a estimar.

TE_i (Technical Efficiency) representa a eficiência técnica e é dada por:

$$TE_i = \frac{y_i}{f(x_i; \beta)} \quad (8)$$

A eficiência técnica mede a relação entre o output observado na i ésima unidade produtiva e o output que se consegue alcançar com o mesmo número de factores produtivos. Quando a unidade opera com a combinação ótima dos factores esta varia entre 0 e 1, sendo que quando é 0 significa que há ineficiência total e quando é 1 a unidade está localizada sobre a fronteira.

Dados em painel representam observações individuais de k variáveis em diferentes períodos de tempo, sendo que existe uma variável temporal entre e dentro dos grupos de análise. Esta característica é um factor diferenciador em relação aos dados seccionais.

Os dados em painel são observados em intervalos de tempo regulares com exceção da análise das curvas de crescimento.

Estes podem ser equilibrados, ou seja, todas as unidades individuais são observados em todos os períodos de tempo ($T_i = T$ para todos os i) ou não equilibrados ($T_i \neq T$ para todos os i), nos dois casos a consistência do estimador requer que a seleção da amostra não leve a erros correlacionados com os regressores.

Os dados em painel, dimensão temporal dos dados quantas as observações ao longo do tempo, permitem a estimação de parâmetros sob condições mais vantajosas do que os dados temporais ou seccionais, sendo que os dados em painel vão apresentar bases mais ricas e passíveis de fornecer estimativas mais precisas e consistentes em relação à componente da ineficiência (Schmidt e Sickles, 1984).

Dados em painel permitem a estimação de modelos dinâmicos onde as variáveis dependentes desfasadas podem ser regressores.

A identificação dos coeficientes de regressão para alguns estimadores pode depender do tipo de regressores, alguns podem ser invariantes no tempo outros variantes ou podem variar tanto ao longo do tempo como das observações.

Aos dados em painel podem-se aplicar vários tipos de modelos que contenham as seguintes características:

- 1) Modelos agregados, onde se assume que os parâmetros α e β são comuns a todas as unidades:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + \dots + u_{it} \quad (9)$$

Os modelos agregados podem ser estimados através do método dos mínimos quadrados, MQ, assumindo a parte constante igual para todas as unidades, assume-se que os erros são ruído estatístico e não estão correlacionados com os regressores. Este método é considerado mais apropriado para amostras onde as unidades são escolhidas à priori logo apresentam algumas semelhanças em termos de características individuais.

Podemos estimar os modelos agregados com o métodos dos mínimos quadrados com variáveis dummies (Least Squares Dummy Variables,

LSDV), este consiste na introdução de uma variável dummie no modelo, que vai captar a heterogeneidade das observações.

- 2) Modelos com efeitos fixos, onde se assume que a heterogeneidade das unidades se encontra na parte constante, α_i , e difere entre unidades captando diferenças variantes no tempo:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \dots + u_{it} \quad (10)$$

Os modelos de efeitos fixos permitem que os regressores sejam endógenos desde de que estejam correlacionados só com a componente do erro invariante no tempo.

- 3) Modelos de efeitos aleatórios onde se introduz a heterogeneidade das unidades no termo do erro, estes consideram que a constante não é um parâmetro fixo mas sim um aleatório não observável:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + \dots + (\eta_i + u_{it}) \quad \alpha_i = \alpha + \eta_i \quad (11)$$

onde η_i representa o efeito aleatório individual não observável.

Os modelos de efeitos aleatórios assumem que os regressores são endógenos por completo.

Uma das características da estimação de fronteiras é a medição da eficiência técnica, constituindo, o tipo de informação disponível, factor determinante na qualidade do processo de estimação (Sampaio, 2006). Assim e de acordo com o tipo de dados disponível para análise, os modelos fronteira ainda se subdividem em modelos fronteira com dados seccionais, caso as unidades produtivas sejam observadas apenas uma única vez, e em modelos fronteiras com dados em painel, caso sejam observadas ao longo do tempo.

4.1.1. Modelos Fronteira com Dados Seccionais

A abordagem econométrica utiliza uma representação paramétrica tecnológica com um termo do erro composto para estimar modelos fronteira.

Admitindo que $f(x_i; \beta)$ está na forma funcional Cobb-Douglas tem-se que:

$$y_i = \alpha + x_i \beta + \varepsilon_i \quad i = 1, \dots, N \quad (12)$$

$$\varepsilon_i = v_i - u_i; \quad (13)$$

$$v_i \sim N(0; \sigma_v^2) \quad (14)$$

$$u_i \sim \mathcal{F} \quad (15)$$

onde y_i represente o logaritmo do output da i -ésima unidade produtiva, x_i é o vector dos inputs (inputs de preços e quantidades no caso de uma fronteira de custo) e β é o vector dos parâmetros tecnológicos.

O termo do erro ε_i tem duas distribuições aleatórias distintas, a soma, ou diferença se se tratar de uma função custo de uma perturbação normalmente distribuída, v_i , que representa o ruído estatístico com uma perturbação assimétrica e unilateral, u_i , representa a ineficiência técnica.

Em relação às características destes dois termos do erro, a componente v_i é assumida como tendo uma distribuição simétrica, é i.i.d. (independente e identicamente distribuído) e segue $N(0, \sigma_v^2)$. Já u_i assume-se como sendo independentemente distribuída em relação a v_i e satisfaz a condição $u_i \geq 0$, ou seja, poderá ser modelada a partir de uma distribuição assimétrica de probabilidade. Se tiver uma distribuição semi-normal $u_i \sim N^+(0, \sigma_u^2)$ proposto por Aigner, Lowell e Schmidt (1977), se a distribuição for uma exponencial $u_i \sim \varepsilon(\sigma_u)$ proposto por Meeusen e van den Broek (1977). Normalmente é utilizada a distribuição normal truncada (Stevenson 1980) ou a gamma (Greene 1980, 2003).

Assumindo que v_i e u_i são distribuídos independentemente de x_i , a estimação através dos mínimos quadrados fornece estimadores consistentes para todos os parâmetros menos para o intercepto, isto desde de que $E(\varepsilon_i) = -E(u_i) \leq 0$. Além disso, os mínimos quadrados não fornecem uma estimativa da eficiência técnica do produto. Os mínimos quadrados podem ainda ser usados para executar um teste simples com base na assimetria da distribuição empírica dos resíduos estimados.

A assimetria da distribuição do termo do erro (figura central do modelo) é dada pelo seguinte parâmetro:

$$\lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v} \quad (16)$$

quanto maior for λ mais pronunciada será a assimetria, se por outro lado, $\lambda = 0$ a componente simétrica do erro explica todos os desvios em relação à fronteira.

O termo do erro simétrico é explicado através do distúrbio aleatório v_i que tem uma distribuição normal. Para testar a hipótese de $\lambda = 0$ podemos calcular a estatística de Wald ou o teste da razão de verosimilhança ambos baseados no estimador de máxima verosimilhança de λ .

Segundo Battese e Corra (1977):

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2} \quad (17)$$

o valor zero para o parâmetro γ mostra que os desvios da fronteira se devem por completo ao ruído, se o valor fosse um indicava que todos os desvios se devem ineficiência técnica.

A estatística de Wald é calculada da seguinte forma:

$$W = \frac{\hat{\gamma}}{\hat{\sigma}_{\hat{\gamma}}} \quad (18)$$

onde $\hat{\gamma}$ representa a estimação de máxima verosimilhança de γ e $\hat{\sigma}_{\hat{\gamma}}$ é o respectivo erro padrão.

Caso a hipótese nula $H_0 : \gamma = 0$ não seja rejeitada, o teste estatístico é dado por:

$$LR = -2 \left\{ \ln \left[\frac{L(H_0)}{L(H_1)} \right] \right\} = -2 \{ [\ln L(H_0) - \ln L(H_1)] \} \quad (19)$$

ou seja, o teste da razão de verosimilhanças é assintoticamente distribuído como uma variável aleatória normal (dado que γ não pode ser negativo o teste efectuado é unilateral), onde $\ln L(H_0)$ é o valor log-verosimilhança da hipótese nula e $\ln L(H_1)$ é o valor da hipótese alternativa. Este teste estatístico é assintoticamente distribuído como uma variável aleatória com distribuição *Qui-Quadrado*, sendo e os graus de liberdade são iguais ao número de restrições.

Coelli (1995) afirmou que a estatística do rácio da verosimilhança terá uma distribuição assintótica igual à mistura de distribuições *Qui-Quadrado* $(1/2)x_0^2 + (1/2)x_1^2$. Kodde e Palm (1986) apresentam valores críticos para estes testes estatísticos.

O termo assimétrico do erro que mede a eficiência pode assumir a forma de uma distribuição normal truncada, de uma distribuição semi-normal, de uma distribuição exponencial e de uma distribuição gamma.

A função densidade no caso da distribuição normal truncada é dada por:

$$f(u_i) = \frac{\exp\left[-\frac{1}{2}(u_i - \mu)^2 / \sigma_u^2\right]}{(2\pi)^{1/2} [\Phi(-\mu/\sigma_u)]}, \quad u_i > 0 \quad (20)$$

onde $\Phi(\cdot)$ é a função distribuição cumulativa da variável aleatória normal. No caso de se assumir a distribuição semi-normal para a modelação da componente da ineficiência então a equação anterior pode ser modificada impondo a média nula, $\mu = 0$. A função de densidade do termo u fica:

$$f(u_i) = 2 \frac{\exp\left[-\frac{1}{2}(u_i)^2 / \sigma_u^2\right]}{(2\pi)^{1/2} \sigma_u}, \quad u_i > 0 \quad (21)$$

esta expressão pode ser explicada pelo facto de que a função distribuição normal avaliada em zero ser $1/2$.

No caso de se assumir uma distribuição exponencial a função de densidade do termo da ineficiência apresenta-se da seguinte forma:

$$f(u_i) = \rho^{-1} \exp(-\rho^{-1} u_i), \quad u_i > 0 \quad (22)$$

onde ρ é o parâmetro da distribuição exponencial a ser estimado. O inverso de ρ é igual à média da própria distribuição, ou seja, $E(u_i) = \frac{1}{\rho}$ e a variância $\sigma_u^2 = \frac{1}{\rho^2}$.

Por fim temos o caso onde a eficiência segue a distribuição gamma, que tem a seguinte função de densidade probabilidade:

$$f(u_i) = \frac{u_i^m}{\Gamma(m+1)\sigma_u^{m+1}} \exp\left(-\frac{u_i}{\sigma_u}\right), \quad u_i > 0 \quad (23)$$

a distribuição gamma é uma distribuição a dois parâmetros, dependendo do m e do σ_u . Se $m = 0$ a função densidade gamma torna-se na função densidade da distribuição exponencial.

Para a estimação de modelos fronteira estocásticos é necessário impor vários pressupostos, em particular em relação à distribuição do ruído estatístico, que tem que ser normal, ou da ineficiência técnica, que tem que ser normal unilateral.

Para estimar modelos de fronteira estocásticos o processo deve ocorrer em duas fases. Na primeira fase o estimador OLS (Ordinary Least Squares, Mínimos Quadrados Ordinários) é centrado e consistente para todos os parâmetros do modelo excepto para o ponto de intercepção. A extensão do enviesamento deste termo é igual ao valor da média do termo do erro composto, $E(\varepsilon) = E(u) + E(v) = \mu + 0 = \mu$ (Olson et al., 1980).

A fase seguinte consiste em encontrar estimadores para os parâmetros do termo do erro, o procedimento habitual consiste na utilização dos momentos centrais dos resíduos de estimação OLS e através do método dos momentos, deduzir as estimativas pretendidas.

Considerando as equações (12) e (13) a estimação dos parâmetros e da eficiência técnica processa-se da seguinte forma, primeiro estima-se o vector de parâmetros $\theta = (\beta_0 \beta_n)$ por OLS, obtendo-se estimativas consistentes menos para o termo da constante do modelo. Depois insere-se a correção do termo independente estimado por OLS.

Quando é assumida uma distribuição semi-normal para a componente assimétrica do erro, o 2º e 3º momentos calculados a partir dos resíduos OLS são utilizados no cálculo das duas componentes de variância do termo composto do erro (σ_u^2 e σ_v^2).

A média de ε_i é dada por:

$$\mu_\varepsilon = \sigma_u \sqrt{2/\pi} \quad (24)$$

onde σ_u é o desvio padrão do termo da ineficiência.

O estimador da intercepção dos mínimos quadrados é consistente com $\alpha + \mu_\varepsilon$, onde σ_u é substituído pelo estimador $\hat{\sigma}_u$:

$$\hat{\sigma}_u^2 = \left[\sqrt{\pi/2} \left(\frac{\pi}{\pi-4} \right) \hat{m}_3 \right]^{2/3} \quad (25)$$

$$\hat{\sigma}_v^2 = \hat{m}_2 - \left(1 - \frac{2}{\pi} \right) \hat{\sigma}_u^2 \quad (26)$$

os parâmetros $\hat{m}_3$ e $\hat{m}_2$ são terceiro e segundo momentos dos resíduos dos mínimos quadrados. As estimativas obtidas para as variâncias σ_u^2 e σ_v^2 são

consistentes para os respectivos parâmetros. O termo intercepto é então modificado a partir da adição do valor negativo estimado para a média:

$$\mu = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \hat{\sigma}_u^2; \beta_{0_{MOLS}} = \hat{\beta}_{OLS} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \hat{\sigma}_u^2 \quad (27)$$

Este termo é consistente mas não assintoticamente eficiente. O mesmo procedimento pode ser aplicado às outras distribuições (Greene, 1983).

Winsten (1957) propôs os mínimos quadrados corrigidos (Corrected Ordinary Least Squares – COLS) para estimar a fronteira de produção.

Em primeiro lugar os mínimos quadrados são utilizados para obter estimativas consistentes e centradas dos parâmetros de inclinação e estimativas consistentes mas enviesados do termo de intercepção.

Em segundo lugar a intercepção estimada é transferida para cima pelo máximo valor dos resíduos dos mínimos quadrados. A intercepção dos mínimos quadrados corrigidos é estimada de forma consistente através de $\alpha + \max_i \hat{u}_i$, onde $\hat{u}_i$ são os resíduos dos mínimos quadrados na observação i , estes estão corrigidos na direção oposta:

$$-u_i' = \hat{u}_i - \max_i \hat{u}_i \quad (28)$$

Em relação à estimação de fronteiras estocásticas a partir de dados seccionais, para a avaliação de eficiência técnica das unidades produtivas é de referir algumas desvantagens.

Primeiro, a qualidade destes modelos é condicionada por fortes pressupostos, um deles é a ausência de correlação entre os regressores e o termo de eficiência técnica. Existem também problemas com a adequabilidade das distribuições específicas escolhidas para a modelização da componente assimétrica da componente do erro. Também não é possível assegurar a consistência dos estimadores para a medida de ineficiência técnica de uma unidade produtiva observada só uma vez.

Nos modelos paramétricos determinísticos o termo do erro é inteiramente associado à medida da eficiência técnica. Quando são assumidas hipóteses adicionais que tornam os modelos fronteira semelhantes ao modelo de regressão clássico, pode ser aplicada a técnica de OLS, sujeita a alguns ajustamentos, para a estimação destes modelos (Sampaio 2006).

Se assumirmos que a função de produção, (12), é expressa na forma de logaritmos, o termo da ineficiência apresenta-se assim:

$$TE_i = \exp(-u_i) \quad (29)$$

quando os dados são em logaritmos é visível que a medição da eficiência é equivalente ao rácio do nível de produção, quando a ineficiência ocorre, $\exp(y_i) = \exp(a + \beta x_i + v_i + u_i)$, em relação ao valor de produção sem ineficiência, $\exp(y_i) = \exp(a + \beta x_i + v_i)$.

Battese e Coelli (1988) definiram a eficiência técnica de uma empresa como o rácio das suas médias de produção dado o nível de ineficiência, com a produção média correspondente a um nível de ineficiência zero.

Com esta definição, a eficiência técnica é:

$$TE_i = \frac{E(y_i^* | u_i, x_i)}{E(y_i^* | u_i=0, x_i)} \quad (30)$$

onde y_i^* é o valor de produção para o i ésimo país. Esta estimação deve estar entre 0 e 1 devido ao nível de produção.

Jondrow et al. (1982) sugeriu um método baseado na distribuição do termo condicional da ineficiência do termo do erro composto, $u_i | \varepsilon_i$. Esta distribuição contém toda a informação que termo do erro composto tem sobre a componente da ineficiência, então podemos afirmar que o valor esperado da distribuição é um ponto de estimação de u_i .

Este autor ainda demonstra que, sobre as suposições de que v_i ser iid, que x_i e v_j são independentes, que u_i é independente de x_i e de v_i e que u_i segue uma distribuição normal unilateral, truncada ou semi-normal, a distribuição de $u_i | \varepsilon_i$ é uma variável aleatória normal $N^+(\mu_i^*; \sigma_*^2)$ onde $\mu_i^* = \sigma_u^2 \varepsilon_i (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)^{-1}$ e $\sigma_*^2 = \sigma_u^2 \sigma_v^2 (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)^{-1}$.

Os dados seccionais, apesar de fornecerem medidas individuais de eficiência técnica, apresentam diversos problemas que fazem com que seja necessário adoptar novas bases de dados. Schmidt e Sickles (1984) foram os pioneiros em termos de denunciar estas limitações dos modelos fronteira com dados seccionais em relação aos modelos com dados em painel.

Uma primeira desvantagem da utilização dos dados seccionais está relacionada com a estimação inconsistente da eficiência técnica individual.

A segunda desvantagem está relacionada com o facto da estimação por máxima verosimilhança solicitar a imposição de determinados pressupostos em relação às duas componentes do erro.

E a terceira desvantagem diz respeito à existência de correlação entre as variáveis explicativas e a eficiência.

4.1.2. Modelos Fronteira com Dados em Painel

Como foi visto anteriormente, a análise com dados seccionais acarreta alguns problemas, nomeadamente o pressuposto de que a análise da ineficiência técnica é independente dos recursos, inputs, e o pressuposto sobre as formas de distribuição do ruído estatístico e da ineficiência técnica.

Adicionalmente, a suposição de que a ineficiência é dependente do regressor pode estar correta porque, como disseram Schmidt e Sickles (1984), se uma empresa sabe o seu nível de ineficiência técnica, as escolhas dos recursos vão ser condicionadas por isso. Estes problemas podem ser resolvidos utilizando dados em painel.

Nos modelos com dados em painel, em relação à medição da eficiência, pode-se:

- Abandonar alguns pressupostos assumidos anteriormente em relação ao termo de ineficiência sem que exista diminuição da qualidade da estimação. Ou seja, é possível estimar de forma consistente os parâmetros de uma distribuição para o termo da ineficiência desde de que esta seja invariante no tempo (Schmidt e Sickles, 1984 e Kumbhakar, 1987).
- Estimar a ineficiência como um efeito individual não correlacionado com as variáveis explicativas (Sampaio, 2006).
- Estimar a ineficiência como um efeito individual correlacionado somente com um subconjunto de variáveis explicativas (Hausman e Taylor, 1981).
- Estimar de uma forma consistente a ineficiência técnica de uma unidade produtiva desde de que $T \rightarrow \infty$, que é o mesmo que dizer que o acréscimo de mais observações por unidade produtiva resolve o problema da inconsistência levantado na análise seccional.

Os dados em painel apresentam várias vantagens:

- Permitem controlar variáveis que não se conseguem observar ou medir, como por exemplo factores culturais ou diferenças nas práticas empresariais numa empresa.

- Os modelos com dados em painel fazem uma análise quantitativa das relações económicas, juntando dados temporais aos dados seccionais, ao processo dá-se o nome de processo agregado (pooling).
- Com dados em painel podemos investigar ao mesmo tempo as alterações das variáveis ao longo tempo e entre diferentes unidades. Esta técnica de conjugação de dados temporais com seccionais permite uma estimação mais completa e mais eficiente dos modelos, todavia, a estimação dos modelos em painel torna-se mais difícil devido à heterogeneidade entre as observações.
- Utiliza um número maior de observações, fazendo com que as propriedades assintóticas dos estimadores estejam intactas.
- Aumentam a eficiência e a estabilidade da estimadores devido à aplicação de métodos de estimação adequados e testes de hipóteses que permite uma escolha mais consciente das diferentes estimações.

4.1.2.1. Modelos Fronteira com Ineficiência Invariante no Tempo

Estudos com dados em painel põem a hipótese que a intercepção e a componente de ineficiência do termo do erro são invariantes no tempo, de modo que o efeito $\alpha_i = \alpha - u_i$ pode ser estimado sem suposições em relação à distribuição e então serem convertidas em medidas de ineficiência.

Esta suposição da invariante no tempo faz com que seja possível substituir muitas das fortes suposições necessários para dados seccionais. Literatura recente sobre dados em painel tem tentado amenizar a suposição da componente da ineficiência invariante no tempo (Cornwell e Schmidt 1996).

Os modelos de fronteira estocástica com dados em painel conseguem modelar heterogeneidade não observada variante no tempo, enquanto que nos métodos tradicionais o termo do erro envolve choques aleatórios e medições dos erros, nos modelos fronteira o erro composto ganha a capacidade de modelar.

A maioria dos estudos empíricos mostram diferenças entre as observações que não se refletem nos dados, estas referem-se a heterogeneidade não observada. Quando esta informação não é relevante ou não apresenta sinais de correlação com as variáveis exploratórias, esta vai-se alojar no termo do erro.

Por vezes, acontece que a informação não incluída no modelo é considerada invariante no tempo, então com dados em painel modela-se a heterogeneidade como um efeito individual.

4.1.2.1.1. Modelo de Efeitos Fixos

Inicialmente considera-se o modelo geral na forma funcional Cobb-Douglas de um só produto, para dados em painel:

$$y_{it} = \alpha + \beta_{nit}x_{nit} + \varepsilon_{it} \quad (31)$$

onde, $i = 1, \dots, N$ produtores, $t = 1, \dots, T$ períodos e $n = 1, \dots, N'$, variáveis explicativas. O nível de produção para o indivíduo i no período t é representado por y_{it} , o termo independente é α . É de referenciar que nos modelos com dados em painel tradicionais o termo do erro, ε_{it} tem média nula e variância constante.

Schmidt e Sickles (1984) demonstraram que era possível, em relação a dados em painel para estimação de medidas de eficiência, não se especificar uma distribuição particular para os efeitos de ineficiência. Isto porque os parâmetros do modelo podem ser estimados utilizando os métodos tradicionais de estimação com a utilização de dados em painel, onde a estimação com o método dos efeitos se insere.

Estes autores consideram, ainda, que os modelos onde os efeitos individuais são parâmetros constantes que podem estar correlacionados com as variáveis explicativas.

A especificação deste tipo de modelos propõe que as diferenças ao nível dos factores produtivos são explicadas por um conjunto de factores individuais constantes no tempo, que no caso dos modelos fronteira, traduzem a ineficiência técnica.

As técnicas adoptadas para a estimação dependem, também, da ausência ou não de correlação entre os regressores e o termo de ineficiência técnica. Dependem ainda, da imposição ou não de uma distribuição específica para o termo da ineficiência técnica.

Considerando o modelo fronteira com ineficiência técnica invariante no tempo dado por:

$$y_{it} = \alpha + \beta_{nit}x_{nit} + v_{it} - u_i \quad (32)$$

onde, $i = 1, \dots, N$ é o índice que distingue as diferenças das unidades produtivas, $t = 1, \dots, T$ é o índice temporal e $n = 1, \dots, N'$ é o índice que descreve os N' regressores utilizados pelo produtor i . $v_{it} - u_i$ é o termo composto da perturbação do modelo, em que v_{it} é uma variável aleatória i.i.d. com valor esperado nulo e variância constantes e u_i é uma variável i.i.d. não observável que representa a ineficiência técnica, a que também se pode chamar efeitos fixos ou individuais.

Se definirmos que $\alpha_i = \alpha - u_i$ representa os N interceptos específicos associados a cada produtor, temos:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_n x_{nit} + v_{it} \quad (33)$$

assume-se que v_{it} é i.i.d. $(0, \sigma_v^2)$ e não está correlacionada com os inputs de x . Este pressuposto é necessário para que haja consistência nos estimadores generalizados do parâmetro do vector β , que são derivados da estimação dos mínimos quadrados da equação anterior sob um modelo de efeitos fixos e um modelo de efeitos aleatórios respectivamente.

4.1.2.1.1.1. Modelo de Pitt e Lee (1981)

Pitt and Lee (1981) foram os primeiros a modelar as equações (12, 13, 14, 15) para dados em painel, propuseram uma estimação de máxima verosimilhança para o seguinte modelo de fronteiras estatísticas semi-normal:

$$y_{it} = \alpha + x_{it}\beta + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 2, \dots, T_i, \quad (34)$$

$$\varepsilon_{it} = v_{it} - u_i, \quad (35)$$

$$v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2), \quad (36)$$

$$u_i \sim N^+(0, \sigma_u^2) \quad (37)$$

a generalização deste modelo, para o caso de normal truncada, já foi proposta por Battese e Coelli (1988).

4.1.2.1.1.2. Modelo de Schmidt e Sickles (1984)

Schmidt e Sickles (1984) referiram que a estimação de modelos fronteira estocásticos com o termo da ineficiência com invariância temporal pode também ser realizado adaptando técnicas de estimação de efeitos fixos convencionais, deste modo permite que a ineficiência esteja correlacionada com os regressores das fronteiras e permite evitar pressupostos distribucionais em relação u_i .

$$y_{it} = \alpha + x_{it}\beta + v_{it} \quad (38)$$

Contudo a natureza invariante temporal do termo da ineficiência tem sido questionada, principalmente em aplicações empíricas baseadas em conjuntos grandes de dados painel.

4.1.2.1.2. Modelos de Efeitos Aleatórios

A lógica por detrás dos modelos de efeitos aleatórios é que, ao contrário dos modelos de efeitos fixos, a variação através das entidades é assumida como sendo aleatória e não correlacionada com o regressor.

Umas das vantagens de usar estes modelos é que podemos incluir variáveis invariantes no tempo, enquanto que nos modelos de efeitos fixos estas variáveis são absorvidas pelo ponto de intercepção.

É necessário especificar as características individuais das entidades que podem ou não influenciar as variáveis regressoras, o problema surge quando algumas variáveis são omitidas no modelo. Estes modelos permitem ainda generalizar inferências para outras amostras que não só a usada no modelo.

Quando tratamos de modelos de efeitos aleatórios o termo da ineficiência u_i é considerado como sendo variáveis aleatórias unilaterais e i.i.d., não correlacionado, nem com os regressores x_{it} nem com o ruído estatístico v_{it} para todo o t .

O modelo (33) rescrito fica:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + v_{it} - u_i^* \quad \text{onde} \quad u_i^* = u_i - \mu \quad (39)$$

O estimador utilizado nos modelos de efeitos aleatórios é o dos mínimos quadrados generalizados, que consiste em N aproximações infinitas.

Se as variâncias forem desconhecidas, que é o mais comum acontecer, o estimador dos mínimos quadrados generalizados viáveis (FGLS) é consistente com o pressuposto de N segue para infinito se for baseado em estimações consistentes de σ_t^2 e de σ_u^2 , este estimador tem como vantagem permitir a inclusão de variáveis invariantes no tempo e fornece estimações mais eficientes do que as do estimador *within* dos efeitos fixos.

Em relação a esta problemática, Schmidt e Sickles (1984) referiram que modelos de efeitos aleatórios são adequados para painéis de dados mais pequenos, onde a correlação é empiricamente rejeitada.

Os estimadores de Battese e Coelli da equação (30) podem ser generalizados para os dados em painel trazendo a vantagem de poder ser utilizado em painéis não equilibrados, ou seja, onde existem diferentes números de observações por país. Tem mais uma vantagem que é a estimação direta do ponto de intercepção. Então o melhor país na amostra deixa de ser normalizado com 100% de eficiência.

4.1.2.2. Modelos Fronteira com Ineficiência Variante no Tempo

Apesar das técnicas tradicionais de dados em painel sugerirem que os efeitos individuais são invariantes no tempo, Schmidt e Sickles (1984) afirma que este pressuposto vai perdendo a sua validade conforme o painel aumenta. Cornwell, Schmidt e Sickles (1984) desenvolveram uma extensão do modelo de efeitos fixos onde cada efeito individual pode variar no tempo.

No contexto da análise da eficiência de um processo produtivo, é muitas vezes mais adequada a consideração do efeito temporal sobre a componente do erro, principalmente quando existem dados suficientes relativos a uma mesma unidade produtiva observada em vários períodos de tempo (Sampaio, 2006).

Se o pressuposto do termo da ineficiência invariante não for considerado, o modelo a examinar é:

$$y_{it} = \alpha_{it} + \beta x_{it} + v_{it} \quad (40)$$

onde $\alpha_{it} = \alpha_t - u_{it}$ e $u_{it} \geq 0$.

Sendo que é possível estimar α_{it} , as estimações do termo de ineficiência podem ser obtidas através:

$$\hat{u}_{it} = \hat{\alpha}_t - \hat{\alpha}_{it} \quad \text{onde} \quad \hat{\alpha}_t = \max(\hat{\alpha}_{it}) \quad (41)$$

o problema é quando algumas restrições são necessárias para estimar as intercepções de α_{it} ai o objectivo é encontrar restrições fracas que permitam algum grau de flexibilidade.

4.1.2.2.1. Modelo de Cornwell et al. (1990)

Cornwell et al. (1990), com o intuito de relaxar a restrição acima referida, construíram uma abordagem à problemática, propondo o seguinte modelo fronteira estocástica com parâmetros específicos de inclinação individual:

$$y_{it} = \alpha + x_{it}\beta + v_{it} \pm u_{it}, \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T_i, \quad (42)$$

$$u_{it} = \omega_i + \omega_{i1}t + \omega_{i2}t^2 \quad (43)$$

onde os parâmetros dos modelos são calculados estendendo os estimadores de dados em painel com efeitos fixos e aleatórios. Esta especificação quadrática permite padronizar a unidades temporal específica da ineficiência mas requer a estimação de um grande numero de parâmetros ($N \times 3$).

4.1.2.2.2. Modelo de Lee e Schmidt (1993)

Lee e Schmidt (1993), seguindo uma estratégia de estimação ligeiramente diferente, propuseram uma abordagem alternativa, em que u_{it} é especificado como:

$$u_{it} = g(t) \cdot u_i \quad (44)$$

onde $g(t)$ representa um conjunto de variáveis dummies temporais. Esta especificação é mais parcimónia que a função (43) e não impõe nenhuma forma paramétrica sendo que por outro lado é menos flexível pois restringe o padrão temporal de u_{it} para que seja a mesma para todas as unidades produtivas.

4.1.2.2.3. Modelo de Battese e Coelli (1992)

Este método fronteira apresenta algumas vantagens em relação a outras alternativas, como os métodos determinísticos. Em primeiro lugar, os métodos determinísticos baseiam-se no pressuposto de que a variação observada e a obtida é explicada pela ineficiência, deixando de lado as hipóteses de ser explicada por choques na fronteira ou pela medição dos erros das variáveis.

Em segundo lugar os métodos determinísticos são extremamente sensíveis a outliers e as suas estimações são pobres em termos de significância estatística.

Battese e Coelli (1992) sugeriram uma especificação alternativa ao modelo de Lee e Schmidt (1993):

$$g(t) = \exp[-\gamma(t - T_i)] \quad (45)$$

onde $(t - T_i)$ representa o ultimo período em análise do individuo i e γ a ineficiência, quando $\gamma > 0$ a ineficiência decresce, quando $\gamma < 0$ a ineficiência cresce e quando $\gamma = 0$ a ineficiência mantém-se constante.

O elo comum de todos estes modelos de fronteiras estocásticas variantes no tempo é que a intercepção α , esta é a mesma em todos os conjuntos de unidades produtivas originando um enviesamento quando existem factores não observáveis invariantes no tempo, relacionados com o processo de produção mas afectam o resultado.

Em conclusão, o efeito destes factores pode ser capturado pelo termo de ineficiência produzindo resultados enviesados.

Os modelos de ineficiência analisados anteriormente não conseguiram formular de uma forma específica um modelo para a ineficiência técnica em termos do uso de variáveis explicatórias apropriadas.

4.1.2.2.4. Modelo de Battese e Coelli (1995)

Battese e Coelli (1995) propuseram um modelo de efeitos de ineficiência técnica estocástica para dados em painel com a inclusão de variáveis explicatórias. A estrutura do painel possibilita explorar as dimensões temporais e seccionais dos dados. Devido à sua natureza estocástica dos termos da ineficiência podemos estimar não só a mudança técnica na fronteira estocástica, encontrada nas dummies, como também a ineficiência técnica variante no tempo. Considerando este fronteira de produção:

$$Y_{it} = f(X_{it})\tau_{it}\xi_{it} \quad i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (46)$$

onde Y_{it} é o output real para o país i no tempo t e X_{it} são inputs de produção e outros do país i no tempo t . τ_{it} é a medida da eficiência, com $0 < \tau_{it} < 1$, quando é um existe eficiência total, e ξ_{it} capta a natureza estocástica da fronteira. Escrevendo a função de produção da Cobb-Douglas na forma log-linear temos a conhecida equação:

$$y_i = x_i\beta + v_{it} - u_{it} \quad (47)$$

onde $u_{it} = -\ln\tau_{it}$ é uma variável aleatória não negativa. O erro composto é $v_{it} = \ln\xi_{it}$, onde v_{it} segue uma distribuição normal com média zero e variância σ_v^2 .

Há muitos estudos que, ao estimarem fronteiras estocásticas e depois de terem calculado o termo da eficiência, aplicam uma regressão à eficiência prevista em variáveis específicas com o objectivo de saber quais os factores que determinam essa eficiência. Mas este processo tem, pela lógica, falhas, este requerem que numa primeira fase se assuma que as ineficiências sejam i.i.d.. Kumbhakar et al. (1991) e Reifschneider e Stevenson (1991) pronunciaram-se em relação a este assunto propondo um procedimento de máxima verosimilhança em só uma fase, que Battese e Coelli (1995) modificaram tornando-a mais extensa para que pudesse ser usada com dados em painel, estes especificaram a ineficiência:

$$u_{it} = \delta z_{it} + \omega_{it} \quad (48)$$

onde u_{it} é os efeitos de ineficiência técnica do modelo de fronteira estocástica que é assumido como sendo independente mas identicamente distribuído, z_{it} é o vector de variáveis que influencia as eficiências e δ é o vector de coeficientes a ser estimado. ω_{it} é uma variável aleatória com distribuição normal truncada com média zero e variância σ_u^2 , para que se comprove $u_{it} \geq 0$ é necessário truncar ω_{it} por baixo de modo a que

$\omega_{it} \geq -\delta z_{it}$. Battese e Coelli (1995) salientam que os pressupostos da componente do erro ω_{it} são consistentes com os do termo da ineficiência quando dizemos que tem uma distribuição normal truncada $N^+(\delta z_{it}, \sigma_u^2)$.

A estimação de máxima verosimilhança é utilizada para ter em consideração a distribuição assimétrica do termo da ineficiência, Greene (1980a, 1990) afirma que a única distribuição que fornece os melhores estimadores de máxima verosimilhança é a gamma, contudo van den Broek et al. (1994) argumenta que a função distribuição truncada é a mais apropriada e a que melhor distingue ruído estatístico e termos de ineficiência.

A eficiência técnica é apresentada como:

$$TE_{it} = \exp(-u_{it}) = \exp(-\delta z_{it} - \omega_{it}) \quad (49)$$

Jondron et al. (1982) sugeriram que a medição da eficiência baseada na distribuição condicional da ineficiência para o termo do erro composto, $u_{it}|\varepsilon_{it}$, sendo que $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$. A distribuição contém toda a informação que ε_{it} tem sobre u_{it} , quando a distribuição da componente de ineficiência segue uma distribuição truncada, o ponto estimado para eficiência técnica é dado por:

$$E(TE_{it}) = E[\exp(-u_{it})|\varepsilon_{it}] = \frac{[\Phi(-\sigma_* + \mu_{it}^*/\sigma_*)]}{[\Phi(\mu_{it}^*/\sigma_*)]} \exp\left[-\mu_{it}^* + \frac{1}{2}\sigma_*^2\right] \quad (50)$$

onde $\mu_{it}^* = (\sigma_v^2 \delta z_{it} - \sigma_u^2 \varepsilon_{it})(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)^{-1}$, $\sigma_*^2 = \sigma_u^2 \sigma_v^2 (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)^{-1}$ e $\Phi(.)$ é a função densidade cumulativa normal padrão. Para que possamos implementar este procedimento temos de garantir que u_{it}^* e σ_*^2 estão estimados, ou seja, precisamos das estimações das variâncias da ineficiência, das componentes aleatórias e dos resíduos $\hat{\varepsilon}_{it} = y_{it} - \hat{\alpha} - x_{it}\hat{\beta}$.

Ao repor, na equação anterior, os parâmetros desconhecidos por estimações de máxima verosimilhança, um regressor operacional para a eficiência técnica é obtido.

Na equação $u_{it} = \delta z_{it} + \omega_{it}$ o modelo de ineficiência contém um parâmetro de deslocamento, δ_0 , que é a constante em todas as unidades de produção. Para uma melhor análise da natureza do painel de dados, Kumbhakar e Hjalmarsson (1995) e Wang (2003) propuseram incorporar efeitos individuais específicos no modelo de ineficiência $u_{it} = \delta z_{it} + \omega_{it}$, esta ampliação irá permitir obter um estimador *within*.

4.1.2.3. Modelos de Efeitos Individuais

O modelo de efeitos específicos individuais para a variável independente y_{it} é dado por:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (51)$$

onde α_i representam os efeitos individuais específicos aleatórios e ε_{it} é o termo do erro. α_i pode ser modelado a partir de efeitos fixos ou aleatórios como anteriormente descrita nas equações (31) e (39).

A variação temporal da eficiência é incorporada a partir do termo independente, o termo independente incorpora duas componentes: uma reflete o efeito do progresso tecnológico (intercepto) e a outra o efeito da ineficiência técnica sobre o processo produtivo (Sampaio, 2012).

4.2. Formas Funcionais

Existem duas formas funcionais entre outras mais, uma mais restrita, Cobb-Douglas (1928), e uma menos restrita mais flexível, Translogarítmica, utilizadas na estimação de modelos fronteira.

A escolha da forma funcional deve satisfazer os seguintes pressupostos:

- **Flexibilidade:** diz-se que uma forma funcional de 1ª ordem é flexível se tiver parâmetros suficientes para dar uma aproximação diferencial de 1ª ordem para uma função arbitrária num certo momento, e diz-se de 2ª ordem se tiver parâmetros suficientes para uma aproximação de segunda ordem. As formas linear e Cobb-Douglas são flexíveis de 1ª ordem enquanto que, por exemplo, a quadrática, a translogarítmica e a normal quadrática são flexíveis de 2ª ordem.
Nunca devemos esquecer que ao aumentarmos a flexibilidade pode levar a que tenhamos mais parâmetros para estimar o que leva a um crescimento de dificuldades econométricas, como a multicolinearidade, que se traduz numa forte correlação entre as variáveis independentes.
- **Linearidade nos parâmetros:** a maioria das formas econométricas são lineares nos seus parâmetros o que faz com seja possível a estimação usando técnicas de regressão linear.
- **Regularidade:** quando aumentamos o número de ensaios, relativamente a um evento que queremos estudar, a frequência relativa do mesmo vai estabilizando e varia cada vez menos, por isto se entende regularidade (quando a mesma não se verifica temos a possibilidade de recomendar ou impor restrições aos parâmetros para que haja regularidade).
- **Parsimonious:** o princípio do parcimonioso diz-nos que devemos escolher as formas funcionais mais simples e que permitam a obtenção de resultados adequados.

Cobb-Douglas

Em 1928, Charles Cobb e Paul Douglas, modelaram o crescimento económico americano entre 1899 e 1922 a partir de uma função de produção designada por Cobb-Douglas. Estes consideraram que o output de produção é determinado pela quantidade de trabalho envolvido e capital investido.

A função utilizada para o modelo de produção foi dada por:

$$y(L,K) = bL^\alpha K^\beta \quad (52)$$

onde y representa a produção total, L é o trabalho (*Labor input*), K o capital (*Capital input*), b é o factor de produtividade total e α e β são as elasticidades de L e K respectivamente, estas são constantes e determinadas pela tecnologia disponível.

As elasticidades do output medem a quantidade de outputs necessária para modificar os níveis de trabalho ou de capital usado na produção, por exemplo, se $\alpha=0,18$ significa que um aumento de 1% no trabalho vai refletir um aumento no output de 0,18%. Se $\alpha + \beta = 1$ a função de produção apresenta retornos à escala constantes, ou seja, se L e K subirem 10% o output aumenta também 10%, os retornos à escala são uma propriedade da produção que analisa as mudanças nos outputs subsequentes a uma mudança proporcional dos inputs. Então se : $\alpha + \beta < 1$ temos retornos á escala decrescentes e se pelo contrário $\alpha + \beta > 1$ temos retornos à escala crescentes.

Translogarítmica

A forma funcional Translogarítmica é mais flexível que a Cobb-Douglas pois permite que as elasticidades parciais entre inputs variem e fornece melhores ajustamentos. Esta é utilizada em estudos de tecnologia de produção, foi construída a partir da Cobb-Douglas e representa uma aproximação de segunda ordem à função de produção de tecnologia. A sua definição é a seguinte:

$$\ln y = \ln \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln x_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln x_i \ln x_j \quad (63)$$

onde $\beta_{ij} = \beta_{ji}$ para todos os ij e x_i e n são quantidades de inputs.

A igualdade de β_{ij} e β_{ji} para $i \neq j$ é assumido para garantir a consistência do teorema (Boisvert, 1984).

Para que a função Translogarítmica seja homogénea é preciso que $\sum_{j=1}^n \beta_{ij} = 0$ para $i = 1, 2, \dots, n$.

4.3. Testes de Hipóteses

Descrevem-se agora alguns testes estatísticos que ajudam a verificar a consistência das hipóteses relacionadas com a fronteira de produção estocástica do modelo e com a ineficiência técnica.

Teste de Adequação Funcional

Este teste de razão de verosimilhanças é utilizado como teste de especificação do modelo e o objetivo deste teste é confrontar a forma funcional Cobb-Douglas com a Translogarítmica e ver qual delas se adequa melhor aos dados.

As hipóteses a testar são:

H_0 : Todos os coeficientes de segunda ordem e produtos cruzados = 0;

H_1 : Alguns coeficientes de segunda ordem e produtos cruzados $\neq 0$;

Estamos então a testar a hipótese nula de que todos os coeficientes de segunda ordem e produtos cruzados são todos iguais a zero, o que significa que a forma funcional apropriada sob esta hipótese é a forma mais restrita, ou seja, a Cobb-Douglas. Então a rejeição da hipótese nula implica escolher a forma funcional Translogarítmica como sendo a que mais se adequa aos dados.

Teste à existência de efeitos de Ineficiência Técnica

Este teste tem como objectivo verificar se existe ineficiência técnica no processo. As hipóteses respectivas são as seguintes:

$H_0: \gamma = 0$

$H_1: \gamma \neq 0$

onde $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\tilde{\sigma}^2}$ e $\tilde{\sigma}^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$.

Utiliza-se o teste estatístico da razão de verosimilhanças dado pela função (19).

Sob a hipótese nula é testada a ausência de ineficiência técnica, ou seja, a função aproximada para explicar os dados é uma função média.

Os estimadores de máxima verosimilhança de β , σ_u^2 , σ_v^2 e γ resultam da maximização da função log-verosimilhança. O Frontier v4.1 estima estes estimadores através de três passos, primeiro calcula os estimadores dos mínimos quadrados ordinários de β , σ_u^2 , σ_v^2 , estes são centrados para todos os parâmetros excepto para a constante e para σ_u^2 e σ_v^2 . Em segundo lugar avalia-se a função de verosimilhança para valores de γ que estão entre 0 e 1 e em terceiro e ultimo lugar obtém-se os estimadores de máxima verosimilhança que acontece quando a função atinge um máximo global num processo iterativos.

Este teste tem uma distribuição aproximadamente qui quadrado com os graus de liberdade iguais ao numero de restrições independentes. A distribuição assintótica dos testes de hipóteses que envolvem um parâmetro γ caracterizam-se por possuir uma distribuição *qui quadrado* cujo o valor crítico é obtido na tabela de *Kodde e Palm (1986)*, página 1246 do livro *Econometrica*, Vol. 54, No. 5 (September, 1986).

Teste à Significância Global dos Parâmetros

Este teste tem como finalidade verificar estatisticamente se as variáveis que explicam a ineficiência são significativas em conjunto. Estes teste de razão de verosimilhanças tem como hipótese nula:

H_0 : Todos os $\delta_i = 0$;

H_1 : Alguns $\delta_i \neq 0$.

Se a hipótese nula for rejeitada as variáveis são significativas globalmente e explicam o comportamento da ineficiência.

Teste de Estabilidade em relação à Tendência

Este teste tem o propósito de examinar a estabilidade da fronteira de produção em relação à variável tempo e então concluir se existe ou não progresso tecnológico. As hipóteses nulas a testar são:

H_0 : Todos os coeficientes das variáveis que contêm a variável t são nulos;

H_1 : Todos os coeficientes das variáveis que contêm a variável t não são nulos.

Se a hipótese nula for rejeitada conclui-se que as alterações tecnológicas influenciam a fronteira de produção.

Parte II – Estudo Empírico

1. Amostra e Descrição das Variáveis

1.1. Amostra

Este trabalho tem por objectivo investigar a situação dos países OCDE e de alguns países seus parceiros em termos de produção de conhecimento. No estudo foram investigados determinantes que se relacionam com o número de registos de patentes, que é a variável utilizada para refletir o nível de inovação dos países sendo que esta dimensão não é mensurável diretamente.

A amostra é composta por 40 países, os 34 países constituintes da OCDE e 6 países seus parceiros.

Na tabela 1 é apresentada esta distribuição de países.

Tabela 1 - Países Constituintes da Amostra

OCDE	Parceiros da OCDE
Alemanha	Argentina
Austrália	China
Áustria	Roménia
Bélgica	Rússia
Canadá	Singapura
Chile	África do Sul
Coreia do Sul	
Dinamarca	
Eslováquia	
Eslovénia	
Espanha	
Estados Unidos da América	
Estónia	
Finlândia	
França,	
Grécia	
Holanda	
Hungria	
Irlanda	
Islândia	
Israel	
Itália	
Japão	
Luxemburgo	
México	
Noruega	
Nova Zelândia	
Polónia	
Portugal	
Reino Unido	
República Checa	
Suécia	
Suíça	
Turquia	

A OCDE, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico, nasceu a 30 de Setembro de 1961, resultando da Organização Europeia de Cooperação Económica, OECE, fundada em 1948 para executar o plano Marshall na Europa pós da Segunda Guerra Mundial.

Em 1960 os Estados Unidos da América e o Canadá juntaram-se aos estados membros, Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Grécia, Islândia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Noruega, Holanda, Portugal, Suécia, Suíça, Reino Unido e Turquia, assinando a nova convenção da OCDE no ano da sua génese. A OCDE assenta nos princípios de mercado livre e de economia representativa. Esta organização procura equidade em termos de políticas económicas, a resolução de problemas gerais e coordenação das políticas internacionais e internas dos países, procura ainda promover o crescimento económico e o desenvolvimento dos estados emergentes, fortalecer o emprego, melhorar o nível de vida, preservar a estabilidade económica e apoiar o desenvolvimento de países não estados membros.

Com o intuito de poder ser feita uma análise mais pormenorizada da amostra, esta foi dividida em 3 grupos, sendo que dos países da OCDE constituíram-se dois subgrupos, os países da OCDE europeus e países da OCDE não europeus. Dos países não constituintes da OCDE, ou seja, dos 6 países parceiros constitui-se um terceiro grupo. Os dois subgrupos relativos aos países da OCDE têm a seguinte constituição:

Tabela 2 - Países Constituintes da OCDE Europa e OCDE não Europa

OCDE Europa	OCDE Não Europa
Áustria	Austrália
Bélgica	Canadá
República Checa	Chile
Dinamarca	Israel
Estónia	Japão
Finlândia	Coreia do Sul
França	México
Alemanha	Nova Zelândia
Grécia	Estados Unidos da América
Hungria	
Islândia	
Irlanda	
Itália	
Luxemburgo	
Holanda	
Noruega	
Polónia	
Portugal	
Eslováquia	
Eslovénia	
Espanha	
Suécia	
Suíça	
Turquia	
Reino Unido	

1.2. Variáveis

A variável dependente seleccionada para o estudo é uma aproximação do nível de inovação do país a partir do número de pedidos de patentes feitas à EPO (European Patent Office) tendo como país de referência o de residência dos autores dos pedidos. Esta variável é um indicador da inovação sendo que uma patente consiste num conjunto de direitos exclusivos acerca de uma invenção registados em sede pública e que dão ao inventor o poder de a explorar comercialmente e que, em contrapartida, proporciona à sociedade acesso às partes fulcrais da invenção, para que seja de domínio público aquela manifestação de conhecimento novo. As patentes protegem o inventor em relação à sua criação, fazem com que esta não seja replicada, usada ou vendida sem autorização do autor.

As variáveis independentes são indicadores que de uma maneira ou de outra se encontram ligados à inovação ou que sobre ela exerçam influência. As variáveis são as seguintes:

- **RDE:** Despesas anuais em Investigação e Desenvolvimento, *Research and Development (R&D) Expenditures*, expressas em % de PIB. O indicador das despesas em investigação e desenvolvimento é usado para medir o grau de investimento em criação de novos conhecimentos de uma economia. Vários países têm apontado metas para este indicador se situar para ajudar nas principais decisões políticas e de financiamento público. Esta variável está representada segundo RDEt que quantifica as despesas em investigação no ano corrente e segundo RDEt-1 que quantifica as despesas em investigação no ano transacto.
- **BERD:** Despesas anuais em Investigação e Desenvolvimento realizadas pelo sector empresarial de cada país, *Business Expenditures in R&D*, expressas em % de PIB. Estas despesas são efectuadas por empresas e institutos. Note-se que R&D industrial é o que está mais ligado à criação de novos produtos e novas técnicas produtivas.
- **HEERD:** Despesas anuais em R&D feitas pelo ensino superior, *Higher Education Expenditures in R&D*, expressas em % de PIB. O sector de ensino superior abrange todas as universidades, faculdades de tecnologia e instituições de ensino pós-secundário, independentemente da sua fonte de financiamento e estatuto jurídico. Pode incluir ainda todos os institutos de pesquisa, estações experimentais e clínicas que trabalham sob controlo direto, são administradas ou estão associadas a instituições de ensino superior.

- **FDI_{in}**: Investimento Direto Estrangeiro referente a entradas líquidas anuais, *Foreign Direct Investment Inflows*, expresso em % de PIB. Esta variável reflete o que os investidores estrangeiros investem no país em estudo. O investimento direto estrangeiro é um investimento realizado em produção ou negócios num país por uma entidade de outro país, este pode ser concretizado através de compras de empresas ou de expansão de negócios em empresas já existentes.
- **RSC**: Número de investigadores em Investigação e Desenvolvimento, *Researchers in R&D*, é um investigador por cada milhão de pessoas. Investigadores em R&D são os profissionais que trabalham na concepção ou na criação de novos conhecimentos, produtos, processos, métodos ou sistemas e na gestão dos projetos em causa.

A tabela 3 apresenta a descrição das variáveis referidas:

Tabela 3 - Variáveis Independentes e as Respetivas Unidades de Medida

Código	Variável	Unidades de Medida
RDE_t	Despesas em R&D em t	% de PIB ²
RDE_{t-1}	Despesas em R&D em t-1	% de PIB
BERD	Despesas em R&D feitas pelo Sector de Atividade Empresarial	% de PIB
HEERD	Despesas em R&D feitas pelo Ensino Superior	% de PIB
FDI_{in}	Investimento Direto Estrangeiro entradas líquidas	% de PIB
RSC	Investigadores em R&D	Por Milhão de Pessoas

A informação utilizada no estudo foi obtida a partir de três entidades , a OECD Main Science and Technology Indicators (MSTI) e Patents by technology or IPC class, o World Bank Development Indicators (WDI) e a United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

Utilizaram-se também os seis indicadores do constructo dimensional dado pela Governança. Estes indicadores foram obtidos numa escala de 0 a 100.

A Governança inclui o processo pelo qual os governos são selecionados, monitorados e substituídos, a capacidade do governo de formular e implementar políticas sólidas de forma eficaz, o respeito dos cidadãos e do Estado para com as instituições que governam as interações económicas e sociais entre eles.

² **PIB**: Produto Interno Bruto, per capita (constant 2005 US\$). O PIB representa o valor monetário de todos os bens e serviços finais produzidos num país num certo período de tempo, normalmente um ano, não se contabilizando os bens de consumo imediato para evitar problemas de dupla contagem. O PIB é composto pelo consumo privado e o público, as despesas do governo, os investimentos, ou seja, o somatório dos gastos em capital de todas as empresas de um país, e a diferença entre as exportações e as importações.

Os Indicadores de Governança Mundial (WGI – Worldwide Governance Indicators) são um conjunto de dados de pesquisa resumindo as opiniões sobre a qualidade da governança fornecido por um grande número de empresas, cidadãos e especialistas entrevistados em países industrializados e em desenvolvimento. Esses dados são reunidos a partir de uma série de institutos de pesquisa, grupos de reflexão, organizações não-governamentais, organizações internacionais e empresas do sector privado.

Os seis indicadores que constituem o constructo da governança são os seguintes:

- **VA:** Voz e Responsabilização, *Voice and Accountability*- Reflete a percepção da capacidade dos cidadãos serem capazes de participar na seleção de seu governo, bem como a liberdade de expressão, liberdade de associação, e uma imprensa livre.
- **TRM:** Estabilidade Política e Ausência de Violência / Terrorismo, *Political Stability and Absence of Violence* - Reflete a percepção da probabilidade de que o governo seja desestabilizado ou derrubado por meios inconstitucionais ou violentos, incluindo a violência politicamente motivada e terrorismo.
- **GE:** Eficácia Governamental, *Government Effectiveness* - Reflete a percepção da qualidade dos serviços públicos, a qualidade do serviço público e do grau de sua independência face às pressões políticas, a qualidade da formulação e implementação de políticas e a credibilidade do compromisso do governo com tais políticas.
- **RQ:** Qualidade Regulatória, *Regulatory Quality* - Reflete a percepção da capacidade do governo de formular e implementar políticas e regulamentos significativos que permitam e promovam o desenvolvimento do sector privado.
- **RL:** Estado de Direito, *Rule of Law* - Reflete a percepção da qualidade da execução das regras da sociedade (contratos, direitos de propriedade, a polícia e os tribunais, bem como a probabilidade de crime e violência).
- **CC:** Controle da Corrupção, *Control of Corruption* - Reflete a percepção do grau em que o poder público é exercido para ganhos privados, incluindo as duas formas de pequena e grande de corrupção, assim como a "captura" do Estado por elites e interesses privados.

Na tabela 4 são apresentados os seis indicadores da governança.

Tabela 4 - Variáveis da Governança e Respetivas Unidades de Medida

Código	Variável	Unidade de Medida
VA	Voz e Responsabilização	% ³
TRM	Estabilidade Política e Ausência de Violência / Terrorismo	%
GE	Eficácia Governamental	%
RQ	Qualidade Regulatória	%
RL	Estado de Direito	%
CC	Controle da Corrupção	%

Foi ainda recolhida informação para a caracterização de alguns países que no final do estudo que se vão destacar tanto pela positiva como pela negativa.

- **EXPENSES:** Despesas governamentais, *Expenses*, expressas em % de PIB, estas abrangem pagamentos para as atividades do governo realizadas no fornecimento de bens e serviços. Inclui a remuneração anual dos empregados (tais como salários e vencimentos), juros e subsídios, doações, benefícios sociais e outras despesas, como alugueres e dividendos.
- **HEALTH:** Despesas anuais em Saúde, *Health expenditure*, expressas em % de PIB, estas medem o total das despesas de saúde (soma das despesas de saúde públicas e privadas).
- **EXPORTS:** Exportações anuais de bens e serviços, *Exports of goods and services*, expressas em % de PIB. As exportações de bens e serviços representam o valor de todos os bens e outros serviços de mercado fornecidos ao exterior. Estas incluem o valor da mercadoria, frete, seguro, transporte, viagens, royalties, taxas de licença e outros serviços, como a comunicação, construção, financeiro, informação, negócios, pessoal e serviços do governo.
- **IMPORTS:** Importações anuais de bens e serviços, *Imports of goods and services*, expressas em % de PIB. As importações de bens e serviços compreendem todas as transações entre residentes de um país e o resto do mundo, envolvendo uma mudança de propriedade de não residentes a residentes de mercadorias em geral e serviços.

³ Os dados encontravam-se numa escala de -2,5 a 2,5, sendo que em -2,5 o indicador se encontra num nível baixo, não significativo, e 2,5 o indicador se encontra num nível elevado, muita significância. Com a ajuda da formula matemática: $x=20*y+50$, em que x representa o valor que queremos encontrar, numa escala de 0 a 100, e y representa o valor que já temos, na escala de -2,5 a 2,5.

- **LABOR:** População ativa, *Labour Force*, medida por número de pessoas. A população ativa é composta por pessoas com idades superiores a 15 anos que se encontrem na definição, da Organização Internacional do Trabalho, de população economicamente ativa: todas as pessoas que possam aceitar uma oferta de trabalho para a produção de bens e serviços durante um determinado período. Esta inclui tanto os empregados e os desempregados. Enquanto as práticas nacionais variam no tratamento de grupos como as Forças Armadas e os trabalhadores sazonais ou a tempo parcial, em geral, a força de trabalho inclui as forças armadas e os desempregados, mas exclui as donas de casa e outros cuidadores não pagos e os trabalhadores do sector informal.
- **EMPLOY:** Emprego, *Employed*, medido por número de pessoas. Uma situação em que todos os recursos de trabalho disponíveis estão sendo utilizados da forma economicamente mais eficiente. Pleno emprego incorpora a maior quantidade de mão de obra qualificada e não qualificada que poderia ser utilizada dentro de uma economia em determinado momento. Os trabalhadores temporários e trabalhadores com licença remunerada estão incluídos nesta definição.
- **UNEMPLOY:** Desemprego, *Unemployment*, medido como percentagem de população ativa. Desemprego que refere-se à participação da força de trabalho que está sem trabalho, mas está disponível.

Na tabela 5 são apresentadas as variáveis caracterizadoras dos países.

Tabela 5 - Variáveis Caraterizadoras e Respetivas Unidades de Medida

Código	Variável	Unidade de Medida
EXPENSES	Despesas Governamentais	% de PIB
HEALTH	Despesas em Saúde	% de PIB
EXPORTS	Exportações de bens e serviços	% de PIB
IMPORTS	Importações de bens e serviços	% de PIB
LABOR	População Ativa	Número de Pessoas
EMPLOY	Emprego	Número de Pessoas
UNEMPLOY	Desemprego	% da População Ativa

O período da análise é de 11 anos, de 2000 a 2010, um espaço de tempo com factos marcantes, como a viragem de século e a crise mundial.

2. Estatísticas Descritivas

Numa primeira fase foi feita a caracterização da amostra em estudo relativamente à variável dependente, Patentes, seguindo-se a caracterização das às variáveis independentes descritas anteriormente.

Nesta caracterização são analisadas, durante o período em estudo, a distribuição do número de Patentes, tanto por ano como por país, as médias, desvios padrão, máximo e mínimo das variáveis restantes e as suas caixas de bigodes.

2.1. Variável Dependente

Na tabela 6 são apresentadas as medidas descritivas da variável dependente.

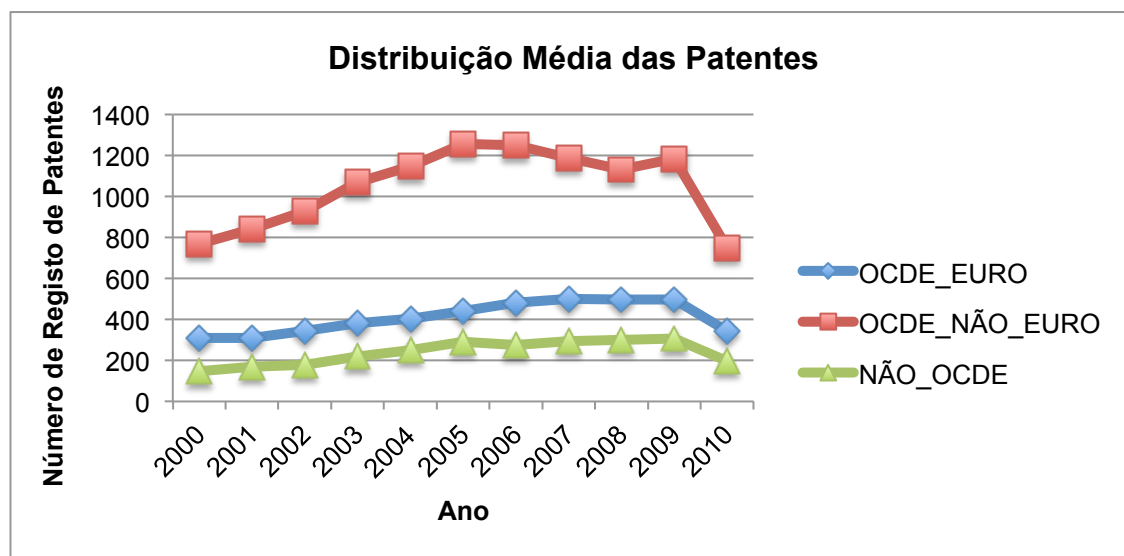
Tabela 6 - Média, Desvio Padrão, Mínimo, Máximo e Unidade de Medida da Variável Dependente

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Unidade de Medida
Patentes	2.992	6.664	6	37.025	Número

Como se pode observar em relação à variável dependente, número de registo de Patentes, a média de registos anual nos 11 anos da análise é de 2.992 (apesar de termos um máximo de registos muito alto, 37.025 nos Estados Unidos da América, o mínimo de registos é de 6 na Estónia).

O gráfico 2 apresenta a evolução da distribuição média anual do número de registos de Patentes por grupo.

Gráfico 2 - Distribuição Média Marginal da Variável Dependente, Patentes, por Ano, nos Subgrupos de Países OCDE Europa, OCDE Não Europa e Não OCDE



Em média, os países do subgrupo da OCDE que não são europeus são os que mais Patentes registam, seguindo-se os países da OCDE europeus e os países não pertencentes à OCDE.

É ainda de referir que o subgrupo dos países da OCDE não europeus apresentam um comportamento crescente até 2005, de 2005 a 2008 descem ligeiramente o número de patentes registadas e de 2009 a 2010 sofrem uma queda abrupta. Os outros dois subgrupos apresentam o mesmo comportamento temporal, ou seja, existe um ligeiro crescimento até 2009 mas depois até 2010 existe uma acentuada descida.

2.2. Variáveis Independentes

Na tabela 7 são apresentadas as medidas descritivas para as variáveis independentes selecionadas.

Tabela 7 - Média, Desvio Padrão, Mínimo, Máximo e Unidades de Medida das Variáveis Independentes

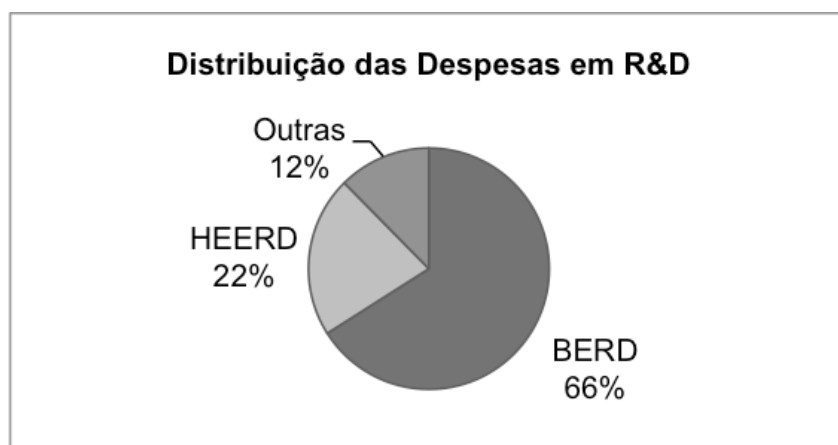
Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Unidade de Medida
RDE t	56.142	48.630	766	188.779	% PIB
RDE t-1	54.449	47.597	333	172.765	% PIB
BERD	37.189	35.972	7	150.360	% PIB
HEERD	12.117	10.879	86	42.181	% PIB
FDlin	247.125	909.336	701	14.000.000	% PIB
RSC	3.024	1.892	2	9.397	Por Milhão de Pessoas
VA	69,63	13,6	16,37	86,53	%
TRM	62,33	14,49	17,54	83,36	%
GE	74,35	14,77	34,69	98,59	%
RQ	72,71	12,62	31,25	92,4	%
RL	71,44	15,97	27,47	89,99	%
CC	72,96	19,26	28,25	101,71	%

Em relação às despesas realizadas em investigação e desenvolvimento (RDEt e RDEt-1) pode-se concluir que quando estas são medidas em relação ao ano atual apresentam uma média maior do que quando se medem em relação ao ano anterior (56.142 dólares em relação a 54.449 dólares respectivamente).

Em média, os gastos em investigação e desenvolvimento efetuados pelo sector empresarial dos países (BERD), por ano, é de 37.189 dólares, representando 66% do total de despesas em investigação e desenvolvimento. Em termos de máximo e de mínimo, temos uma grande discrepância de valores, ou seja, existem países que, por ano, o seu sector empresarial está a gastar muito pouco em investigação e desenvolvimento

Pode-se observar que as despesas em investigação e desenvolvimento efetuadas pelas instituições de ensino superior (HEERD) são, em média, por ano, de 12.117 dólares, concluindo-se então que 21,6% das despesas em investigação e desenvolvimento dos países, por ano e em média, são efetuadas pelas instituições de ensino superior. Estes valores mostram-se significativamente menores que as despesas feitas pelo sector empresarial. Para ilustrar esta situação apresenta-se o seguinte gráfico:

Gráfico 3 - Distribuição das Despesas Efetuadas em Investigação e Desenvolvimento



Em relação ao investimento estrangeiro (FDIin), a média de entradas líquidas nos países por ano é de 247.125 dólares. Como se pode observar, existem países que recebem muito pouco, 701 dólares, e outros que recebem milhões de dólares, 14.000.000 dólares, em investimento estrangeiro, o que mostra, novamente, a grande disparidade existente nos países em análise.

Em termos de número de indivíduos que trabalham em investigação e desenvolvimento (RSC), temos uma média de 3.024 por milhão de pessoas por ano no ativo. Também aqui se verifica as grandes diferenças que existem entre os países, pois existe um país em que o mínimo de investigadores num ano é de 2 por cada milhão de pessoas e países que têm, no máximo, 9.397 investigadores por cada milhão de pessoas, num ano.

Quanto aos indicadores de governança, pode-se concluir que a população não tem, em média, muita percepção da probabilidade que o governo do seu país tem de poder ser destabilizado ou derrubado por atos de violência políticos ou terrorismo (TRM), 62,33%, por outro lado têm uma percepção mais elevada da qualidade e eficácia do governo e dos serviços públicos a si associados (GE), 74,35%.

Quando se fala na percepção que a população tem em relação a serem ouvidos pelo seu governo, a liberdade de escolha em termos de governação

e liberdade de expressão (VA), 16,37%, esta apresenta uma percentagem baixa, ou seja, as pessoas têm a sensação que não se podem expressar livremente em relação ao governo e à sociedade em geral.

Por fim, a percepção do nível em que o poder publico é exercido para ganho privados, Controle de Corrupção (CC), 101,71%, é o indicador que apresenta o máximo com percentagem mais alta, o que reflete a ideia que a população tem em relação à corrupção, esta é elevada o que quer dizer que a população acha que pouco se consegue fazer para a controlar a corrupção.

Em relação ao desvio padrão, que mede a dispersão dos dados em relação à média, constata-se que, excepto os indicadores da governança que apresentam valores muito elevados. A variável que se destaca com o desvio padrão maior é o investimento estrangeiro nos países (FDlin).

No gráfico 4 são apresentadas as caixas de bigodes das variáveis independentes.

Gráfico 4 - Caixas de Bigodes da Variável Pesquisa e Desenvolvimento no Ano Corrente, RDEt, e Desfasada, RDEt-1

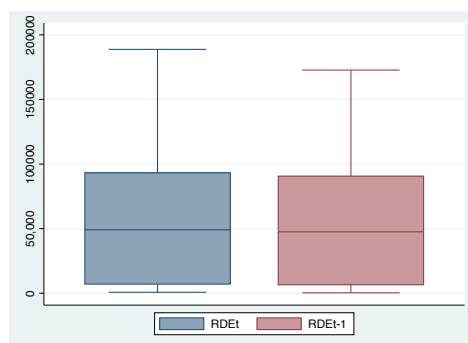


Gráfico 5 - Caixa de Bigodes das Variáveis Despesas em Pesquisa e Desenvolvimento Feitas Pelo Setor Empresarial, BERDt, e Feitas Pelo Ensino Superior, HEERD

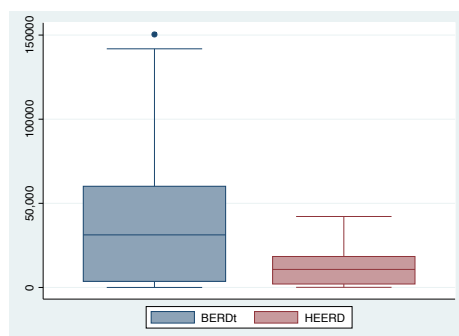


Gráfico 6 - Caixa de Bigodes da Variável que Mede o Investimento Estrangeiro nos Países Registadas em Entradas Líquidas, FDIIn

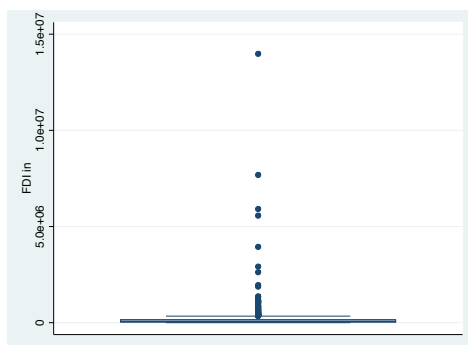


Gráfico 7 - Caixa de Bigodes da Variável que Mede o Número de Investigadores em Pesquisa e Desenvolvimento, RSC

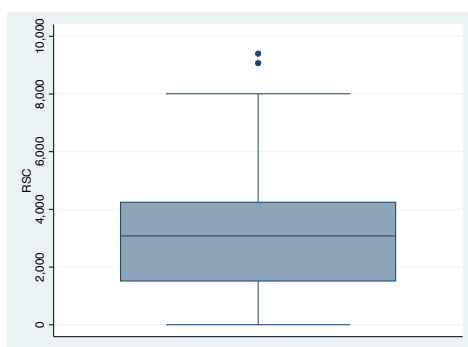
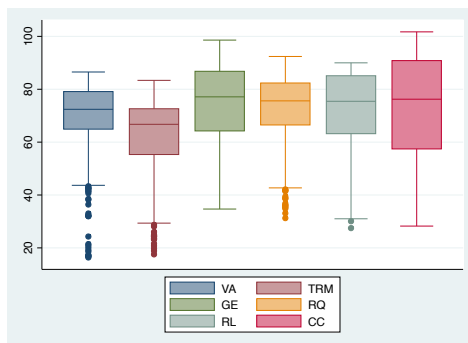


Gráfico 8 - Caixas de Bigodes dos Seis Indicadores da Governança



Da análise das caixas de bigodes pode-se concluir que as variáveis associadas às despesas efetuadas em investigação e desenvolvimento apresentam uma distribuição aproximadamente simétrica, ou seja, os quartis ficam equidistantes da mediana.

As despesas efetuadas em investigação e desenvolvimento pelo sector empresarial e pelo ensino superior apresentam também distribuições simétricas mas as despesas do sector empresarial apresentam um outlier, ou seja, uma observação que se encontra afastada das demais, esta observação destaca-se das outras, não segue a mesma distribuição média das outras observações.

Em relação ao investimento estrangeiro (FDIin) nos países a variável apresenta uma distribuição assimétrica e com muitos outliers.

A variável relativa ao número de investigadores apresenta uma distribuição simétrica, com alguns outliers (que como referido acima, pode dever-se a haver uma grande discrepância em termos do máximo e do mínimo de investigadores nos países durante um ano).

Nos indicadores da governança constata-se que todos os indicadores apresentam distribuições simétricas, sendo que os indicadores da Voz e Responsabilização (VA), da Estabilidade Política e Ausência de Violência/Terrorismo (TRM), da Eficácia Governamental (GE) e do Estado de Direito apresentam, também, alguns outliers.

Foi ainda realizada uma análise à tabela obtida com a variação *within*, ou seja, no país ao longo do tempo, e *between*, entre países⁴.

Pode-se concluir então que o id, que identifica os indivíduos, no caso deste estudo os indivíduos são os 40 países da amostra, é variante no tempo pois apresenta o valor 0 na variação *within*.

O year, ano e a trend, variável que reflete o impacto da variação tecnológica na variável dependente, são invariantes ao longo das observações, porque apresenta o valor 0 na variação *between*.

Pode-se ainda ver que as variáveis, tanto a dependente, Patentes, como todas as independentes, apresentam mais variação *between* do que *within*, ou seja, variam mais entre observações do que ao longo do período em análise.

⁴ Consultar Tabela 26 em Anexo

3. Estimação e Estudo

Os modelos propostos para explicar os dados são estudados a partir da modelação das fronteiras estocásticas. Primeiro estudam-se os modelos de Pitt e Lee (1981), Schmidt e Sickles (1984), Cornwell et al (1990) e Lee e Schmidt (1993) com todos os países que constituem a amostra. Depois estimam-se os modelos de Battese e Coelli (1992) e (1995) com a amostra, com os subgrupos criados e com os países analisados antes e após de 2008, foi escolhido este ponto de corte devido a este ano estar associado à crise mundial e este acontecimento ser um motivo de mudança para todo o mundo, analisa-se pré crise, de 2000 a 2007, e pós crise, de 2008 a 2010.

Nas tabelas 8 e 9 são apresentadas as correlações entre todas as variáveis já descritas.

Tabela 8 - Correlações das Variáveis Dependente, Patentes, e Independentes

	Patentes	RDE t	RDE t-1	BERD	FDI in	HEERD	RSC	VA	TRM	GE	RQ	RL	CC
Patentes	1												
RDE t	0,63	1											
RDE t-1	0,63	0,99	1										
BERD	0,65	0,98	0,98	1									
FDI in	0,06	0,54	0,54	0,52	1								
HEERD	0,55	0,89	0,89	0,83	0,49	1							
RSC	0,22	0,41	0,41	0,40	0,27	0,37	1						
VA	0,09	-0,03	0,50	0,50	0,42	0,40	0,59	1					
TRM	0,02	-0,06	0,37	0,37	0,32	0,42	0,41	0,61	1				
GE	0,33	-0,03	0,68	0,67	0,62	0,50	0,69	0,66	0,66	1			
RQ	0,16	0,02	0,49	0,49	0,43	0,47	0,54	0,72	0,66	0,89	1		
RL	0,26	0,01	0,62	0,61	0,55	0,46	0,66	0,74	0,71	0,95	0,93	1	
CC	0,27	-0,03	0,64	0,64	0,58	0,51	0,69	0,71	0,68	0,96	0,90	0,95	1

Como se pode observar as três variáveis que medem as despesas efetuadas em investigação e desenvolvimento, RDE, BERD e HEERD, apresentam um alto nível de correlação entre si. Optou-se por eliminar BERD e HEERD dado que RDE engloba as outras duas variáveis.

Note-se que estas variáveis faziam parte do modelo para se conseguir analisar mais pormenorizadamente o impacto das despesas em pesquisa e desenvolvimento do sector empresarial (BERD) e do ensino superior (HEERD) na produção de patentes.

Os indicadores da Governança apresentam no geral um elevado nível de correlação entre eles. No grupo inicial das 6 variáveis da governança só o Controle da Corrupção, CC se manteve para fazer parte do modelo.

Foram então analisadas, de novo, as correlações das variáveis que ficaram.

Tabela 9 - Correlações Entre as Variáveis Dependente, Patentes, e as Independentes RDE, FDIin, RSC e CC

	Patentes	RDE t	FDI in	RSC	CC
Patentes	1,0000				
RDE t	0,6341	1,0000			
FDI in	0,0568	0,5448	1,0000		
RSC	0,2193	0,4117	0,2743	1,0000	
CC	0,2696	0,6442	0,5090	0,3135	1,0000

As correlações entre as variáveis apresentam níveis mais baixos o que é um bom sinal para continuar a análise.

3.1. Fronteiras Estocásticas

Quando se passa da análise de uma regressão para as fronteiras estocásticas, a principal diferença encontra-se no termo do erro, que passa a ser composto, $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$, onde v_{it} representa o ruído estatístico e u_{it} a ineficiência técnica.

Nesta fase do estudo é estimado o modelo que resulta da redução do número de variáveis efetuada anteriormente, a partir de várias abordagens. O modelo fronteira é o seguinte:

$$\ln Patentes_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln Trend_{it} + \beta_2 \ln RDE_{t_{it}} + \beta_3 \ln FDI_{in_{it}} + \beta_4 \ln RSC_{it} + \beta_5 \ln CC_{it} + \varepsilon_{it}$$

onde $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$, $t = 1 \dots T$ e $i = 1 \dots N$.

Nesta altura da estimação das fronteiras adiciona-se ao modelo a variável Trend, que reflete o impacto da variação tecnológica na variável dependente, as Patentes, quando se fazem as estimações com os modelo de Battese e Coelli (1992) e Battese e Coelli (1995).

O modelo vai ser estimado em primeiro lugar a partir da abordagem de Pitt e Lee (1981) e de Schmidt e Sickles (1984), onde a ineficiência é invariante no tempo e têm efeitos fixos, ou seja, quando se quer analisar o impacto das variáveis que variantes no tempo.

O modelo de Cornwell et al (1990) representa um modelo fronteira em que a ineficiência é variante no tempo e tem efeitos individuais, ou seja, quando a variação temporal da eficiência é incorporada a partir do termo independente, assim como os modelos de Lee e Schmidt (1993) e de Battese e Coelli (1992) e Battese e Coelli (1995), que serão analisados posteriormente.

É de referir que, no modelo de Battese e Coelli (1995) o termo do erro composto que mede a ineficiência técnica inclui variáveis explicativas que faz com que seja possível, não só estimar a mudança técnica na fronteira, como também estimar a ineficiência técnica variante no tempo.

Neste caso o modelo de ineficiência técnica é:

$$u_{it} = \delta_0 + \delta_1 \ln Trend_{it} + \delta_2 \ln VA_{it} + \delta_3 \ln GE_{it} + \delta_4 \ln RQ_{it} + \delta_5 \ln RL_{it} + \delta_6 \ln CC_{it} + w_{it}$$

ou seja, as variáveis explicativas são a variável que mede o impacto que o progresso tecnológico tem na variável dependente, Trend, e os indicadores da Governança excepto Estabilidade Política e Ausência de Violência /

Terrorismo, TRM, ou seja, Voz e Responsabilização, VA, Eficácia Governamental, GE, Qualidade Regulatória, RQ, Estado de Direito, RL e Controle da Corrupção, CC.

Nos modelos de Battese e Coelli (1992) e (1995), analisa-se a amostra global, os 3 subgrupos formados, OCDE Europa, OCDE Não Europa e Países Não Pertencentes à OCDE para todo o período do estudo ($T = 11$). Depois disso analisa-se os efeitos da crise de 2007/2008 nos países da amostra e nos 34 países da OCDE.

Todas as fronteiras estocásticas são calculadas na forma funcional Cobb-Douglas, e o erro composto segue a distribuição semi-normal.

3.1.1. Modelos de Pitt e Lee (1981), de Schmidt e Sickles (1984), de Cornwell et al. (1990) e de Lee e Schmidt (1993)

Na tabela seguinte, Tabela 11, são apresentados os resultados da estimação obtidos com a aplicação dos modelos de Pitt e Lee (1981), de Schmidt e Sickles (1984), de Cornwell et al. (1990) e de Lee e Schmidt (1993).

Tabela 10 - Modelos de Pitt e Lee (1981), de Schmidt e Sickles (1984), de Cornwell et al. (1990) e de Lee e Schmidt (1993)

	Pitt e Lee (1981)		Schmidt e Sickles (1984)		Cornwell et al (1990)		Lee e Schmidt (1993)	
	Coefficiente	P-Value	Coefficiente	P-Value	Coefficiente	P-Value	Coefficiente	P-Value
Ln RDEt	0,6858317	0,000 ***	0,7910799	0,000 ***	0,3572239	0,007 ***	0,7971294	0,001 ***
Ln FDlin	0,039191	0,020 **	0,0410787	0,015 **	0,0271255	0,007 ***	0,0459161	0,306
Ln RSC	0,2712107	0,024 **	0,2416557	0,051 *	0,1035182	0,506	0,2675506	0,440
Ln CC	1,092576	0,000 ***	1,54443	0,000 ***	-0,0035812	0,990	1,85886	0,020 **
Constante	3,922711	0,000 ***	0,1982571	0,000 ***				
σ_u	4,111487	0,000	1,8360299		1,7992746		1,8730629	
σ_v	0,2691835	0,000	0,26902712		0,13772964		0,26354348	
σ_u^2	16,90433	0,000						
σ_v^2	0,0724598	0,000						
γ	15,27392	0,000						

Nota: *** significância a 1%; ** significância a 5%; * significância a 10%

Os modelos de Pitt e Lee (1981) e de Schmidt e Sickles (1984) são os que apresentam todas as variáveis independentes significativas, todas contribuem para explicar a variável dependente, número de Patentes. Nos outros dois modelos, Cornwell et al. (1990) e Lee e Schmidt (1993) só duas das quatro variáveis em análise são significativas.

Em relação às despesas em pesquisa e desenvolvimento (RDEt), os coeficientes são significativos a 1% em todos os modelos, sendo que em Pitt e Lee (1981) o valor é de 0,69, Schmidt e Sickles (1984), o valor de 0,79, em Cornwell et al. (1990) o valor é de 0,36, e em Lee e Schmidt (1993) o valor de 0,797.

Os coeficientes estudados para a variável do investimento estrangeiro, FDlin, são estatisticamente significativos para os modelos de Pitt e Lee (1981), 0,04 com nível de significância de 5%, de Schmidt e Sickles (1984), 0,04 com nível de significância estatística de 5%, e de Cornwell et al. (1990), 0,03 com um nível de significância estatística de 1%. Para o modelo de Lee e Schmidt (1993) a variável não é significativa ($t = 0,045$; $p_value = 0,306$).

Em relação aos coeficientes estimados para a variável número de investigadores, RSC, estes só são estatisticamente significativos, a 5% e

10% respectivamente, para os modelos de Pitt e Lee (1981) e de Schmidt e Sickles (1984). Nos modelos de Cornwell et al. (1990) e de Lee e Schmidt (1993) a variável não é significativa ($t = 0,1035$; $p_value = 0,506$ e $t = 0,267$; $p_value = 0,440$ respectivamente)

O único indicador da governança em análise, Controle de Corrupção, CC, apresenta coeficientes estatisticamente significativos de 1% para os modelos de Pitt e Lee (1981) e de Schmidt e Sickles (1984) e de 5% para o modelo de Lee e Schmidt (1993). No modelo de Cornwell et al. (1990) este não é significativo ($t = -0,0035$; $p_value = 0,990$).

3.1.2. Modelo de Battese e Coelli (1992)

De seguida, na tabela 12, são apresentados os resultados da estimações por máxima verosimilhança obtidos da abordagem proposta por Battese e Coelli (1992).

Tabela 11 - Modelo de Battese e Coelli (1992)

Semi-Normal Com Variação Temporal		
	Coeficiente	Estatística t
Constante	2,16410	2,16615 **
Trend	-0,08251	-0,25665
RDEt	1,36017	1,42498
FDlin	-0,09121	-0,09265
RSC	0,01639	0,01662
CC	-0,96421	-0,96608
σ^2	5,15134	5,15192
γ	0,97276	5,15313
μ	Restrito para ser zero	
η	0,01100	0,08023

Nota: *** significância a 1%; ** significância a 5%; * significância a 10%

De um modo geral, observa-se que nenhuma das variáveis em estudo são significativas quando se analisa toda a amostra, 40 países, durante os 11 anos em análise.

Analisando o parâmetro gamma (γ) do modelo sendo que este mede a variância do erro composto. Então, pode-se concluir que 97,276% da variação total do erro composto é explicada pela variância de ineficiência técnica.

3.1.2.1. Segmentação da Amostra

Aplica-se agora, ao modelo em análise, o modelo de Battese e Coelli (1992), para os grupos criados, países da OCDE, países não pertencentes à OCDE, países da OCDE Europeus e países da OCDE não Europeus.

Na tabela 13 são apresentados os resultados da estimação obtidos a partir da abordagem de Battese e Coelli (1992) para os vários subgrupos.

Tabela 12 - Modelo de Battese e Coelli (1992) Aplicado aos Subgrupos Formados

Grupos	OCDE - Europa		OCDE - Não Europa		Não Pertencentes à OCDE	
	Coeficiente	Estatística t	Coeficiente	Estatística t	Coeficiente	Estatística t
Constante	3,07389	3,07411 ***	2,77263	10,50934 ***	6,50878	10,58292 ***
Ln Trend	-0,01689	-0,02199	-0,01025	-0,74896	-0,04633	-1,32682
Ln RDEt	2,22301	2,22511 **	0,90374	6,57421 ***	1,62226	6,50504 ***
Ln FDlin	-0,17978	-0,18369	0,04893	1,50377	0,06588	1,22063
Ln RSC	-2,72126	-2,72273 ***	0,38673	12,68806 ***	0,38158	1,31746
Ln CC	1,08610	1,08618	0,81077	1,22455	1,22851	1,86906 *
σ^2	4,57577	4,57603	5,55866	2,12065	33,04649	1,74074
γ	0,94948	2,39821	0,99025	198,53898	0,99815	863,61994
μ	Restrito a ser zero		Restrito a ser zero		Restrito a ser zero	
η	0,02520	0,04608	-0,01136	-1,73703	-0,00925	-2,17371

Nota: *** significância a 1%; ** significância a 5%; * significância a 10%

Em relação à variável que mede o impacto do progresso tecnológico na variável dependente, número de Patentes, a Trend, pode-se observar que os coeficientes dos vários subgrupos apresentam estimativas não significativas.

O coeficiente para a variável das despesas em investigação e desenvolvimento, RDEt, no grupo da OCDE Europa apresenta uma estimativa estatisticamente significativa a 5% ($t = 2,225$). Em relação aos outros dois subgrupos, a variável continua a ser significativa, sendo que a sua significância aumentou para 1% tanto num grupo como no outro ($t = 6,574$ e $t = 6,505$ respectivamente).

O investimento estrangeiro que entra nos países, FDlin, apresenta coeficientes estatisticamente não significativos para todos os subgrupos.

A variável relativa ao número dos investigadores, RSC, apresenta o seu coeficiente significativo em dois dos três subgrupos, países da OCDE Europa e não Europa ($t = -2,722$ e $t = 12,688$ respectivamente) com um nível de significância, em ambos, de 1%, mas no subgrupo dos países da OCDE Europa o seu impacto sobre as patentes é negativo, ou seja, quando se

contabiliza mais um ano de investigadores em pesquisa e desenvolvimento as patentes dos países da OCDE europeus diminuem 2,72%.

O indicador da Governança, Controle da Corrupção, CC, só é significativo para o grupo dos países não pertencentes à OCDE ($t = 1,869$) com um nível de significância de 10%.

Em relação ao parâmetro gamma, γ , conclui-se que onde o erro composto varia mais é no grupo dos países Não Pertencentes à OCDE, ou seja, 99,815% da variação total do erro composto é explicada pela variância da ineficiência técnica.

3.1.2.2. Segmentação Temporal

Analisa-se em primeiro lugar a amostra global ($n = 40$) e depois para o grupo dos países de OCDE ($n = 34$).

Na tabela 14 são apresentados os resultados da estimação obtidos a partir da abordagem de Battese e Coelli (1992) aplicados à amostra global ($n = 40$), antes da crise ($T = 8$) e depois da crise ($T = 3$).

Tabela 13 - Modelo de Battese e Coelli (1992), Aplicado a Toda Amostra, Antes e Depois da Crise

	Antes da Crise		Depois da crise	
	Coeficiente	Estatística t	Coeficiente	Estatística t
Constante	2,23549	2,23712 **	2,06174	2,13419 **
Ln Trend	-0,05794	-0,22563	-0,24049	-0,26188
Ln RDEt	1,37605	1,40864	1,33506	1,38987
Ln FDlin	-0,22671	-0,23004	-0,09487	-0,22802
Ln RSC	0,02605	0,02617	0,02493	0,02496
Ln CC	-0,73318	-0,73361	-1,36738	-1,37845
σ^2	5,00383	5,00528	5,20839	5,21896
γ	0,98243	11,36668	0,99116	32,05635
μ	Restrito a ser zero		Restrito a ser zero	
η	0,04133	0,34073	0,00320	0,00805

Nota: *** significância a 1%; ** significância a 5%; * significância a 10%

Como se pode observar, todas as variáveis não são estatisticamente significativas, tanto antes como depois da crise de 2007/2008.

Na tabela 15 são apresentados os resultados da estimação obtidos a partir da abordagem de Battese e Coelli (1992) antes e depois da crise agora para os países da OCDE antes da crise ($T = 8$) e depois da crise ($T = 3$).

Tabela 14 - Modelo de Battese e Coelli (1992), Aplicado aos Países da OCDE, Antes e Depois da Crise

OCDE	Antes da Crise		Depois da crise	
	Coeficiente	Estatística t	Coeficiente	Estatística t
Constante	3,10753	10,89475 ***	2,38057	8,20901 ***
Ln Trend	0,03184	2,68233 ***	-0,18455	-3,93193 ***
Ln RDEt	0,69614	4,03531 ***	1,24033	4,21527 ***
Ln FDlin	-0,00759	-0,46649	-0,04394	-1,58909
Ln RSC	0,38663	13,93807 ***	0,05137	0,18805
Ln CC	0,73336	2,08441 **	0,59291	0,89321
σ^2	11,88352	4,09210	9,24372	3,58726
γ	0,99683	1156,26740	0,99639	778,72022
μ	Restrito a ser zero		Restrito a ser zero	
η	0,00022	0,04579	-0,01994	-1,34666

Nota: *** significância a 1%; ** significância a 5%; * significância a 10%

Para os países da OCDE, a situação é muito diferente em relação à dos países da amostra global.

A Trend, variável que mede o impacto do avanço tecnológico nas patentes é estatisticamente significativa a um nível de significância de 1% tanto antes como depois da crise ($t = 2,682$ e $t = -3,0931$) mas depois da crise o seu impacto passa a ser negativo, ou seja, o avanço tecnológico faz com que as patentes diminuam 0,18%.

As despesas em pesquisa e desenvolvimento, RDE, feitas pelos países da OCDE são estatisticamente significativas a um nível de 1%, tanto antes como depois da crise ($t = 4,035$ e $t = 4,215$), sendo que depois da crise o coeficiente estatístico aumentou ligeiramente (de 0,696 para 1,24).

O investimento estrangeiro, FDlin, não é estaticamente significativo nem antes nem depois da crise nos países da OCDE.

Tanto os investigadores, RSC, como o Controle da Corrupção, CC, são estatisticamente significativos antes da crise, com um nível de significância de 1% e 5% respectivamente ($t = 13,938$ e $t = 2,084$), mas depois crise deixam de o ser e não contribuem nem positiva nem negativamente para explicar as patentes.

3.1.3. Modelo de Battese e Coelli (1995)

Na tabela 16 são apresentados os resultados da estimação por máxima verosimilhança obtidos a partir da abordagem de Battese e Coelli (1995).

Tabela 15 - Modelo de Battese e Coelli (1995)

Battese e Coelli (1995)		
	Coefficiente	Estatística t
Constante	1,24807	6,89569 ***
Ln Trend	0,00143	0,03420
Ln RDEt	1,45159	21,12299 ***
Ln FDlin	-0,56850	-10,21775 ***
Ln RSC	0,06110	1,18015
Ln CC	-0,54452	-1,25074
Modelo de Efeitos de Ineficiência		
δ Ln Trend	0,05407	0,64457
δ Ln VA	5,56476	3,34763 ***
δ Ln GE	-5,11267	-2,44498 **
δ Ln RQ	-10,85858	-6,02547 ***
δ Ln RL	10,66162	3,54921 ***
δ Ln CC	0,42799	0,16278
σ^2	2,33866	7,92491
γ	0,37394	2,70348

Nota: *** significância a 1%; ** significância a 5%; * significância a 10%

Para este modelo só as variáveis RDEt, despesas em investigação e desenvolvimento, e o FDlin, investimento estrangeiro nos países, são estatisticamente significativas para explicar as patentes ($t = 21,123$ e $t = -10,218$ respectivamente), sendo que o FDlin tem um impacto negativo nas patentes, fazem com que estas diminuam 0,57%.

Em relação às variáveis explicativas do termo do erro composto que mede a ineficiência, conclui-se que a Voz e Responsabilização, VA, a Eficácia Governamental, GE, a Qualidade Regulatória, RQ, e o Estado de Direito, RL, contribuem significativamente para alterar a ineficiência técnica ($t = 3,348$; $t = -2,445$; $t = -6,025$ e $t = 3,549$ respectivamente), sendo que as variáveis VA e RL contribuem para o aumento e as variáveis GE e RQ para a diminuição da ineficiência técnica.

3.1.3.1. Segmentação da Amostra

Aplica-se agora ao modelo em análise, o modelo de Battese e Coelli (1995), para os grupos criados, países da OCDE, países não pertencentes à OCDE, países da OCDE Europeus e países da OCDE não Europeus, na tabela 17 são apresentados os resultados das estimações obtidas.

Tabela 16 - Modelo de Battese e Coelli (1995) Aplicado aos Subgrupos Formados

Grupos	OCDE - Europa		OCDE - Não Europa		Não Pertencentes à OCDE	
	Coeficiente	Estatística t	Coeficiente	Estatística t	Coeficiente	Estatística t
Constante	2,90965	15,94808 ***	1,09663	8,40308 ***	-0,87554	-7,92398 ***
Ln Trend	0,15841	4,45640 ***	0,34642	1,79941 *	-0,40348	-11,00394 ***
Ln RDEt	2,10429	19,17032 ***	1,37615	11,98391 ***	1,66675	14,22370 ***
Ln FDIin	-0,36832	-5,25445 ***	-0,08525	-0,89293	-0,04001	-0,68483
Ln RSC	-2,55025	-10,65545 ***	0,37620	6,33717 ***	-1,30738	-11,09489 ***
Ln CC	5,61787	7,30112 ***	-7,17765	-4,18610 ***	-5,93223	-13,72919 ***
Modelo de Efeitos de Ineficiência						
δ Ln Trend	0,08247	1,34959	0,45923	2,24458 **	-0,32819	-9,45934 ***
δ Ln VA	2,39475	0,60752	12,92960	3,74646 ***	3,51059	18,96360 ***
δ Ln GE	-9,40364	-3,14214 ***	-4,36375	-1,32501	1,69190	1,96483 **
δ Ln RQ	-9,39594	-3,75100 ***	-5,57754	-2,19774 **	-2,04192	-4,26820 ***
δ Ln RL	19,05556	4,22210 ***	-0,97400	-0,73069	3,13052	4,89557 ***
δ Ln CC	5,24999	1,84727 *	-4,99674	-2,15441 **	-6,50351	-6,53914 ***
σ^2	2,02603	7,80042	0,62764	8,20344	0,08347	3,94537
γ	0,73587	8,69063	0,00000	0,06703	0,00249	7,75990

Nota: *** significância a 1%; ** significância a 5%; * significância a 10%

No grupo da OCDE Europa todas as variáveis independentes são estatisticamente significativas, ou seja, todas contribuem para explicar a variável dependente, número de Patentes. Sendo que o investimento estrangeiro, FDIin, e o número de investigadores, RSC, contribuem para a diminuição das patentes registadas pelos países deste grupo.

Em relação às variáveis explicativas do termo do erro composto que mede a ineficiência pode-se observar que as variáveis que são estatisticamente significativas são a Eficácia Governamental, GE, a Qualidade Regulatória, RQ e o Estado de Direito, RL, sendo que GE e RQ contribuem para a diminuição da ineficiência técnica ($t = -3,142$ e $t = -3,751$) e o RL e o CC para que haja um aumento da ineficiência ($t = 4,222$ e $t = 1,847$).

No grupo dos países da OCDE não Europa só o FDIin, investimento estrangeiro nos países apresenta o coeficiente estatisticamente não significativo ($t = -0,893$). A Trend, o RDEt e o RSC contribuem para que as patentes aumentem ($t = 1,799$; $t = 11,983$ e $t = 6,337$ respectivamente),

sendo que o CC tem o efeito contrário sobre as patentes, faz com que estas diminuam 7,18%.

Em relação às variáveis explicativas do termo do erro composto conclui-se que o coeficiente da Trend é significativo a 5% ($t = 2,245$) mas contribui para o aumento da ineficiência técnica, ou seja, quanto mais progresso tecnológico se verifica mais aumenta a ineficiência técnica. Tem-se ainda, em relação aos coeficientes dos indicadores da governança, que a Voz e Responsabilização, VA, apesar de ser estatisticamente significativa a um nível de 1% ($t = 3,746$) contribui para o aumento da ineficiência técnica, já a Qualidade Regulatória, RQ, a 5% de significância e o Controle da Corrupção, CC, a 1% de significância, contribuem para a diminuição da ineficiência técnica ($t = -2,198$ e $t = -2,154$ respectivamente).

Por fim em relação ao grupo dos países Não Pertencentes à OCDE conclui-se que só o FDI_{lin} não é estatisticamente significativo, sendo que todas as outras variáveis são estatisticamente significativas com um nível de significância de 1%. As despesas em investigação e desenvolvimento, RDE_t, contribuem para que haja um aumento das patentes ($t = 14,233$), as outras três, Trend, RSC e CC contribuem para a diminuição das patentes ($t = -11,004$; $t = -11,095$ e $t = -13,729$ respectivamente).

E em relação às variáveis explicativas do termo do erro composto todas são estatisticamente significativas, a Eficácia Governamental, GE, a 5% e todas as outras a 1%.

A variável que mede o impacto do avanço tecnológico na ineficiência técnica, Trend, apresenta sinal negativo, ou seja, no grupo de países que não pertencem à OCDE o avanço tecnológico faz com que a ineficiência técnica dos processos diminua 0,328%.

A Voz e Responsabilização, VA, a Eficácia Governamental, GE, e o Estado de Direito, RL, contribuem para que haja um aumento da ineficiência técnica ($t = 18,963$; $t = 1,965$ e $t = 4,896$), e a Qualidade Regulatória, RQ, e o Controle da Corrupção, CC, contribuem para a ineficiência técnica diminuir, que é cenário mais desejável ($t = -4,268$ e $t = -6,539$).

3.1.3.2. Segmentação Temporal

Analisa-se me primeiro lugar a amostra global ($n = 40$) e depois para o grupo dos países de OCDE ($n = 34$).

Na tabela 18 são apresentados os resultados das estimações obtidas por máxima verosimilhança a partir da abordagem de Battese e Coelli (1995) para a amostra global ($n = 40$), antes da crise ($T = 8$) e depois da crise ($T = 3$).

Tabela 17 - Modelo de Battese e Coelli (1995), Aplicado a Toda Amostra, Antes e Depois da Crise

	Antes da Crise		Depois da crise	
	Coeficiente	Estatística t	Coeficiente	Estatística t
Constante	1,58688	10,23064 ***	0,86522	1,81842
Ln Trend	0,02202	0,31954	-0,27054	-0,98161
Ln RDEt	1,39903	18,96020 ***	1,64549	9,55856 ***
Ln FDlin	-0,60563	-9,26985 ***	-0,56507	-4,53143 ***
Ln RSC	0,06431	0,98825	0,06746	0,62958
Ln CC	-0,30708	-0,55686	-2,12320	-2,20604 **
Modelo de Efeitos de Ineficiência				
δ Ln Trend	-0,09955	-0,56887	0,14827	0,23938
δ Ln VA	8,09061	4,93991 ***	5,99686	1,49121
δ Ln GE	-5,79199	-2,50010 **	7,47071	0,52764
δ Ln RQ	-3,59297	-1,62415	-15,54421	-3,97755 ***
δ Ln RL	4,04549	1,43143	10,37758	1,43276
δ Ln CC	0,29865	0,24546	-6,83463	-1,05268
σ^2	2,77520	5,94535	2,04588	2,56614
γ	0,60055	5,44386	0,34573	0,77372

Nota: *** significância a 1%; ** significância a 5%; * significância a 10%

As variável das despesas em investigação e desenvolvimento, RDEt, é significativa 1% tanto antes como depois da crise (antes da crise $t = 18,960$ e depois da crise $t = 9,559$), sendo que depois da crise o coeficiente desta diminui um pouco, ou seja, apesar das patentes subirem antes e depois da crise, antes da crise subiam um pouco mais quando se adicionava mais um ano de despesas de investigação e desenvolvimento.

Também os investimento estrangeiro nos países, FDlin, é estatisticamente significativo a um nível de 1% tanto antes como depois da crise ($t = -9,270$ e $t = -4,531$), sendo que tem impacto negativo nas patentes, contribui para a diminuição das mesmas.

Em relação ao Controle da Corrupção, CC, observa-se que a variável passa a ser significativa depois da crise, a um nível de significância de 5%

($t = -2,206$), sendo que antes da crise não tinha qualquer impacto na variável dependente, Patentes. Apesar de ser significativa depois da crise, o seu impacto sobre as patentes é negativo, quando se contabiliza mais um ano de Controle de Corrupção as patentes diminuem 2,12%.

Quanto às variáveis explicativas do termo do erro composto observa-se que, antes da crise a Voz e Responsabilização, VA, e a Eficácia Governamental, GE, eram significativas, a um nível de significância de 1% ($t = 4,940$) e 5% ($t = -2,50$) respectivamente, sendo que a variável VA contribui para o aumento da ineficiência técnica e a variável GE para a diminuição da mesma.

Depois da crise o cenário muda de figura sendo que a única variável explicativa que é significativa, a um nível de significância de 1%, é a Qualidade Regulatória, RQ, ($t = -3,978$) e contribui para a diminuição da ineficiência técnica.

Na tabela 19 são apresentados os resultados das estimações obtidas por máxima verosimilhança a partir da abordagem de Battese e Coelli (1995) mas agora para o grupo de países da OCDE ($n = 34$).

Tabela 18 - Modelo de Battese e Coelli (1995), Aplicado aos Países da OCDE, Antes e Depois da Crise

OCDE	Antes da Crise		Depois da crise	
	Coeficiente	Estatística t	Coeficiente	Estatística t
Constante	2,56543	340,95757 ***	1,77731	49,65458 ***
Ln Trend	0,05315	10,67073 ***	-0,13651	-9,25118 ***
Ln RDEt	1,35589	43,32244 ***	1,62716	197,95314 ***
Ln FDIlin	-0,24917	-28,64788 ***	-0,34551	-30,32381 ***
Ln RSC	0,38466	49,61044 ***	0,33269	7,66449 ***
Ln CC	1,98809	5,29526 ***	-0,71447	-6,65043 ***
Modelo de Efeitos de Ineficiência				
δ Ln Trend	-0,02619	-1,05491	0,16645	0,61506
δ Ln VA	18,22539	12,83326 ***	25,79259	6,47657 ***
δ Ln GE	-7,50117	-9,84304 ***	10,61138	2,81083 ***
δ Ln RQ	-0,50439	-0,30502	-20,15895	-5,63500 ***
δ Ln RL	11,08182	26,44746 ***	1,53364	0,45074
δ Ln CC	-2,61617	-1,74206 *	-4,44232	-1,34817
σ^2	3,12872	19,40780	2,59669	6,53180
γ	0,99999	3590893,4	0,99999	2604275,1

Nota: *** significância a 1%; ** significância a 5%; * significância a 10%

Em relação ao grupo dos países da OCDE, tanto antes como depois da crise de 2007/2008, as variáveis independentes em estudo são todas significativas.

O impacto que o avanço tecnológico tem nas patentes é significativo, a um nível de 1%, sendo que antes da crise este impacto é positivo nas patentes ($t = 10,670$), contribui para o seu aumento, mas depois da crise ($t = -9,251$) o comportamento muda e passa a contribuir para a diminuição da variável dependente.

As despesas em investigação e desenvolvimento, RDEt, contribuem, nas duas situações, para que as patentes aumentem, sendo que depois da crise essa contributo aumenta ligeiramente ($t = 197,953$).

Na situação contrária temos o investimento estrangeiro nos países, FDlin, que contribui, tanto antes como depois da crise, para a diminuição das patentes ($t = -28,648$ antes da crise e $t = -30,324$ depois da crise).

O número de investigadores contribui, sempre, para o aumento das patentes sendo que depois da crise ($t = 7,664$) esse contributo diminui ligeiramente, ou seja, o número de investigadores, apesar de serem importantes para explicar a variável dependente, deixam de contribuir tanto para o seu aumento depois da crise.

O Controle de Corrupção, CC, antes da crise ($t = 5,295$) fazia com que as patentes aumentassem 1,99% quando se contabilizava mais um ano desta variável, mas depois da crise ($t = -6,650$) o seu comportamento muda e passa a contribuir para a diminuição das patentes.

Quanto às variáveis explicativas do termo do erro composto observa-se que antes da crise as variáveis Voz e Responsabilização, VA, e Estado de Direito, RL, eram significativas a 1% ($t = 12,833$ e $t = 26,447$ respectivamente) e contribuía para o aumento da ineficiência técnica. Sendo que na situação contrária acontece com as variáveis Eficácia Governamental, GE, e Controlo de Corrupção, CC, que são estatisticamente significativas, a 1% ($t = -9,843$) e 10% ($t = -1,742$) respectivamente, e contribuem para a diminuição da ineficiência técnica.

Depois da crise as variáveis Voz e Responsabilização, VA, e Eficácia Governamental, GE, continuam a ser significativas estatisticamente a 1% ($t = 6,477$ e $t = 2,811$ respectivamente) sendo que a variável GE mudou o seu comportamento e passou a contribuir para o aumento da ineficiência técnica. As outras duas variáveis que eram significativas antes da crise, RL e CC, deixaram de ser significativas.

A Qualidade Regulatória, RQ, é também significativa a 1% de nível de significância ($t = -5,635$) sendo que esta contribuía para a diminuição da ineficiência técnica.

4. Análise de Resultados

Nesta fase do estudo são analisados os resultados obtidos.

Em primeiro lugar são feitos alguns testes de hipóteses, de seguida são apresentados os scores de eficiência, para toda a amostra, para os subgrupos e também para as duas situações criadas com a segmentação temporal, antes e após a crise económica de 2007/2008.

Por fim, depois de se apurar quais são os 3 países mais e menos inovadores da amostra em estudo será feita uma pequena caracterização destes.

4.1. Testes de Hipóteses

De seguida são apresentados alguns testes estatísticos com o objectivo de verificar a consistência das hipóteses específicas relacionadas com a função de produção fronteira do modelo e com a estimação da ineficiência técnica.

A primeira hipótese nula refere-se ao teste de adequação do modelo à forma funcional, forma funcional Cobb-Douglas em relação à forma funcional Translogarítmica, sendo que a hipótese a testar é que todos os coeficientes de segunda ordem e os produtos cruzados são iguais a zero, ou seja, que a forma funcional apropriada é a tipo Cobb-Douglas.

Assim e para o modelo de Battese e Coelli (1992), o valor da razão de verosimilhanças, 458,78, supera o valor crítico da estatística $\chi^2_{(15)}$ com um nível de significância de 5% logo rejeita-se a hipótese nula e a especificação função na forma Cobb-Douglas a favor da Translogarítmica (tabela 20).

Para o modelo de Battese e Coelli (1995) (tabela 21), o valor da razão de verosimilhanças é de 196,19, que também supera o valor crítico de 31,41 logo rejeita-se a hipótese nula e a especificação da função na forma funcional Cobb-Douglas a favor da especificação na forma funcional Translogarítmica.

Tabela 19 - Testes de Hipóteses Aplicados ao Modelo de Battese e Coelli (1992)

Modelo de Battese e Coelli (1992)	Hipótese Nula	Graus de Liberdade	Estatística Teste	Valor Crítico	Decisão
Adequação da Forma Funcional	$\beta_6 = \beta_7 = \dots = \beta_{20} = 0$	15	458,78	31,41	Rejeitar H_0
Ausência dos efeitos de ineficiência técnica	$\gamma = 0$	5	1260,58	10,37	Rejeitar H_0
Estabilidade em relação a t	$\beta_1 = \beta_6 = \beta_{11} = \dots = \beta_{14} = 0$	6	691,09	12,59	Rejeitar H_0

Tabela 20 - Testes de Hipóteses Aplicados ao Modelo de Battese e Coelli (1995)

Modelo de Battese e Coelli (1995)	Hipótese Nula	Graus de Liberdade	Estatística Teste	Valor Crítico	Decisão
Adequação da Forma Funcional	$\beta_6 = \beta_7 = \dots = \beta_{20} = 0$	15	196,19	31,41	Rejeitar H_0
Ausência dos efeitos de ineficiência técnica	$\gamma = 0$	5	90,23	10,37	Rejeitar H_0
Significância Global dos Parâmetros	$\delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_6 = 0$	6	83,01	12,59	Rejeitar H_0
Estabilidade em relação a t	$\beta_1 = \beta_6 = \beta_{11} = \dots = \beta_{14} = 0$	6	25,61	12,59	Rejeitar H_0

A segunda hipótese refere-se ao teste de ausência de efeitos de ineficiência técnica na fronteira de produção. Este teste tem uma distribuição aproximada a um *Qui-Quadrado* com graus de liberdade iguais ao número de restrições independentes. A distribuição assintótica dos testes de hipóteses envolve um parâmetro γ que se caracteriza por possuir uma distribuição *Qui-Quadrado* cujos valores críticos são obtidos na tabela 1 de Kodde e Palm (1986).

Em relação ao modelo de Battese e Coelli (1992) e ao modelo de Battese e Coelli (1995), os resultados permitem concluir que a hipótese nula é rejeitada, $12,6058 > 10,37$ e $90,23 > 10,37$ respectivamente, logo deve-se considerar os efeitos de ineficiência técnica do modelo.

O modelo de efeitos de ineficiência, ou seja, a abordagem fronteira é a mais adequada para explicar o comportamento dos dados que a abordagem clássica de regressão, que é igual a estimar o comportamento médio da variável dependente.

A terceira hipótese refere-se ao teste de estabilidade da fronteira da produção em relação à variável tempo e indica se existe ou não progresso tecnológico durante o período em análise.

Nos dois modelos, Battese e Coelli (1992) e (1995), a hipótese nula é rejeitada, $691,09 > 12,59$ e $83,01 > 12,59$ respectivamente, logo existe progresso tecnológico.

A quarta e última hipótese refere-se ao teste de significância global ou conjunta dos parâmetros usados na modelagem da componente de ineficiência técnica do erro composto.

Este teste só foi aplicado ao modelo de Battese e Coelli (1995) porque o termo do erro composto que mede a ineficiência técnica inclui variáveis explicativas. O resultado mostra que se rejeita a hipótese nula, $25,61 > 12,59$, logo as variáveis explicativas da componente de ineficiência técnica contribuem para a explicação da mesma.

4.2. Scores de Eficiência

Os scores de eficiência organizam, em ranking, os países estudados em termos de eficiência.

No caso, serão classificados os 40 países da amostra em relação à sua eficiência em termos de registo de patentes, quantificada em percentagens. Vão ainda ser ordenados, em termos de eficiência, os países dos 3 grupos formados, OCDE Europa, OCDE Não Europa e Países Não Pertencentes à OCDE.

Será, por fim, analisada a situação, não só dos 40 países da amostra como dos 34 países constituintes da OCDE, antes e depois da crise.

Tabela 21 - Score de Eficiência dos Países Constituintes da Amostra

Lugar	Valor	País	Lugar	Valor	País
1º	1,00	China	21º	0,13	Suíça
2º	0,98	Alemanha	22º	0,12	Roménia
3º	0,98	Estados Unidos da América	23º	0,12	Austrália
4º	0,84	Itália	24º	0,10	Suécia
5º	0,80	Japão	25º	0,07	Israel
6º	0,76	França	26º	0,07	Finlândia
7º	0,70	Reino Unido	27º	0,06	Dinamarca
8º	0,45	Áustria	28º	0,06	República Checa
9º	0,40	Holanda	29º	0,05	Nova Zelândia
10º	0,36	Espanha	30º	0,05	Argentina
11º	0,33	África do Sul	31º	0,05	Grécia
12º	0,32	Polónia	32º	0,04	Eslováquia
13º	0,32	Coreia do Sul	33º	0,04	Irlanda
14º	0,31	Turquia	34º	0,04	Portugal
15º	0,28	Chile	35º	0,03	Singapura
16º	0,24	Canadá	36º	0,03	Noruega
17º	0,23	Rússia	37º	0,02	Eslovénia
18º	0,21	México	38º	0,02	Estónia
19º	0,15	Bélgica	39º	0,00	Luxemburgo
20º	0,15	Hungria	40º	0,00	Islândia

Como se pode observar, os países que se destacam, em termos de eficiência no registo de patentes, são a China, a Alemanha e os Estados Unidos da América pois apresentam percentagens muito elevadas, sempre acima dos 90%.

Por outro lado, os países menos eficientes em relação aos 40 países em análise são a Estónia, o Luxemburgo e a Islândia, sendo que no Luxemburgo e na Islândia as percentagens são de 0% o que quer dizer que estes dois

países não são eficientes de forma nenhuma quando são registadas patentes.

Portugal encontra-se nos lugares mais baixos, trigésimo quarto lugar com uma percentagem de eficiência muito baixa de 4%.

Tabela 22 - Scores de Eficiência dos Países Constituintes dos 3 Subgrupos Formados

Lugar	Valor	OCDE - Europa	Valor	OCDE – Não Europa	Valor	Não Pertencentes à OCDE
1º	0,96	Alemanha	0,90	Israel	0,87	China
2º	0,91	Reino Unido	0,89	Estados Unidos da América	0,03	Rússia
3º	0,89	França	0,67	Japão	0,03	África do Sul
4º	0,88	Polónia	0,34	Coreia do Sul	0,01	Roménia
5º	0,47	Espanha	0,22	México	0,00	Argentina
6º	0,33	Finlândia	0,10	Canadá	0,00	Singapura
7º	0,29	Itália	0,09	Chile		
8º	0,24	Hungria	0,06	Austrália		
9º	0,24	Eslováquia	0,02	Nova Zelândia		
10º	0,24	Holanda				
11º	0,21	Bélgica				
12º	0,17	Suécia				
13º	0,15	Áustria				
14º	0,11	República Checa				
15º	0,08	Dinamarca				
16º	0,07	Estónia				
17º	0,07	Suíça				
18º	0,06	Portugal				
19º	0,06	Turquia				
20º	0,06	Grécia				
21º	0,04	Noruega				
22º	0,04	Eslovénia				
23º	0,03	Irlanda				
24º	0,01	Luxemburgo				
25º	0,00	Islândia				

No subgrupo dos países da OCDE Europa, pode-se observar que, como no ranking da amostra, a Alemanha se encontra no topo, com uma percentagem de eficiência de 96% e em primeiro lugar, seguida do Reino Unido e da França, com 91% e 89% de eficiência respetivamente, dentro deste subgrupo estes países são os mais eficientes.

Os menos eficientes, e também como na situação em que se analisa toda a amostra, são a Irlanda com 3% de eficiência, o Luxemburgo com apenas 1% de eficiência e a Islândia com 0% de eficiência, não é nada eficiente.

Portugal encontra-se abaixo do meio da tabela, em décimo oitavo lugar com 6% de eficiência em registar patentes, em relação aos 25 países constituintes deste subgrupo.

Em relação ao subgrupo dos países da OCDE Não Europa, tem-se que Israel com 90% de eficiência, os Estados Unidos da América com 89% de eficiência e o Japão com 67% de eficiência, são os países mais eficientes deste subgrupo e os menos eficientes são a Austrália e a Nova Zelândia com 6% e 2% de eficiência respetivamente.

Por fim, no subgrupo países Não Pertencentes à OCDE, observa-se que, como na amostra global, a China lidera em termos de eficiência, com 87%, e a Singapura é o país menos eficiente neste pequeno subgrupo.

Observe-se agora a situação dos países da amostra global em relação à eficiência quando se faz a segmentação temporal relativa à crise económica:

Tabela 23 - Scores de Eficiência dos Países Constituintes da Amostra, Antes e Depois da Crise

Lugar	Valor	Antes da Crise	Valor	Depois da Crise
1º	1,00	China	1,00	China
2º	0,98	Alemanha	0,97	Alemanha
3º	0,98	Estados Unidos da América	0,96	Estados Unidos da América
4º	0,82	Itália	0,81	França
5º	0,77	Reino Unido	0,79	Japão
6º	0,74	França	0,69	Itália
7º	0,55	Japão	0,61	Reino Unido
8º	0,42	Holanda	0,48	Turquia
9º	0,39	Áustria	0,48	Polónia
10º	0,36	Espanha	0,42	Holanda
11º	0,29	África do Sul	0,35	Espanha
12º	0,27	Chile	0,33	Canadá
13º	0,24	Coreia do Sul	0,26	Áustria
14º	0,22	Polónia	0,26	Coreia do Sul
15º	0,20	Rússia	0,22	Chile
16º	0,20	Canadá	0,19	Bélgica
17º	0,19	México	0,18	África do Sul
18º	0,18	Turquia	0,17	México
19º	0,16	Bélgica	0,14	Suíça
20º	0,14	Hungria	0,14	Hungria
21º	0,13	Suíça	0,14	Suécia
22º	0,10	Austrália	0,14	Austrália
23º	0,09	Roménia	0,13	Rússia
24º	0,08	Suécia	0,12	Roménia
25º	0,06	Israel	0,08	Finlândia
26º	0,06	Argentina	0,07	Israel
27º	0,06	Finlândia	0,07	Dinamarca
28º	0,05	Dinamarca	0,06	República Checa
29º	0,04	República Checa	0,05	Eslováquia
30º	0,04	Nova Zelândia	0,05	Nova Zelândia
31º	0,04	Irlanda	0,04	Irlanda
32º	0,03	Eslováquia	0,04	Grécia
33º	0,03	Singapura	0,04	Noruega
34º	0,03	Portugal	0,03	Singapura
35º	0,03	Grécia	0,03	Portugal
36º	0,02	Noruega	0,03	Argentina
37º	0,02	Eslovénia	0,03	Estónia
38º	0,01	Estónia	0,02	Eslovénia
39º	0,00	Luxemburgo	0,01	Luxemburgo
40º	0,00	Islândia	0,00	Islândia

Como se pode observar os três países mais eficientes em termos de registo de patentes, que estão no topo da tabela tanto antes como depois da crise, são a China em primeiro lugar sempre eficiente a 100%, a Alemanha em segundo registando uma pequena descida na percentagem de eficiência, desce de 98% para 97%, e os Estado Unidos da América em terceiro registando também uma pequena descida na percentagem de eficiência, de 98% para 96%.

Observa-se que a Itália e o Reino Unido, que ocupavam o quarto e quinto lugares antes da crise com 82% e 77% de eficiência respetivamente, desceram a sua percentagem para 69% e 61% respetivamente depois da crise. Com um comportamento contrário está a França e o Japão, que antes da crise registavam 74% e 55% de eficiência, respetivamente, e depois da crise as suas percentagens aumentam para 81% e 79%, respetivamente, ou seja, tornaram-se mais eficientes em termos de registar patentes depois da crise, tiraram bom partido da mesma.

Tal como os países que lideram a tabela, os dois países que se encontram no fim da mesma não mudam de posição quando se passa de antes da crise para depois, Luxemburgo em trigésimo nono lugar e a Islândia no último lugar.

Em relação a Portugal, observa-se que o país desceu um pouco em termos de eficiência depois da crise, passou do trigésimo quarto lugar para o trigésimo quinto, sendo que, como já foi referido, se encontra um pouco abaixo do meio da tabela o que mostra que os seus níveis de eficiência em termos de registo de patentes é dos mais baixos da amostra.

Observando a situação dos países da OCDE antes e depois da crise:

Tabela 24 - Scores de Eficiência dos Países Constituintes da OCDE, Antes e Depois da Crise

Lugar	Valor	Antes da Crise	Valor	Depois da Crise
1º	0,93	Estados Unidos da América	0,89	Estados Unidos da América
2º	0,88	Israel	0,89	Alemanha
3º	0,86	Alemanha	0,87	Itália
4º	0,63	Japão	0,61	Turquia
5º	0,61	Itália	0,58	Japão
6º	0,37	França	0,52	França
7º	0,25	Reino Unido	0,46	Polónia
8º	0,24	Coreia do Sul	0,34	Reino Unido
9º	0,15	Holanda	0,33	Coreia do Sul
10º	0,12	Espanha	0,28	México
11º	0,12	Turquia	0,25	Espanha
12º	0,09	México	0,19	Holanda
13º	0,08	Canadá	0,15	Canadá
14º	0,08	Suíça	0,14	Hungria
15º	0,07	Bélgica	0,12	Áustria
16º	0,06	Polónia	0,11	Chile
17º	0,06	Austrália	0,11	Bélgica
18º	0,05	Suécia	0,09	Israel
19º	0,04	Hungria	0,07	República Checa
20º	0,04	Áustria	0,07	Suíça
21º	0,03	Chile	0,07	Austrália
22º	0,03	Dinamarca	0,06	Suécia
23º	0,03	Finlândia	0,06	Grécia
24º	0,02	República Checa	0,05	Eslováquia
25º	0,02	Grécia	0,03	Finlândia
26º	0,02	Irlanda	0,03	Dinamarca
27º	0,01	Nova Zelândia	0,02	Portugal
28º	0,01	Portugal	0,02	Irlanda
29º	0,01	Noruega	0,02	Eslovénia
30º	0,01	Eslovénia	0,02	Estónia
31º	0,01	Eslováquia	0,02	Nova Zelândia
32º	0,00	Estónia	0,02	Noruega
33º	0,00	Luxemburgo	0,00	Luxemburgo
34º	0,00	Islândia	0,00	Islândia

Conclui-se que os Estados Unidos da América é o país da OCDE que está no topo do score de eficiência tanto antes como depois da crise de 2007/2008, sendo que sofreu uma pequena queda em termos de percentagem de eficiência, passou de 93% para 89% de eficiência.

Israel, que antes da crise se encontrava em segundo lugar com 88% de eficiência em termos de registo de patentes, sofreu uma queda drástica depois da crise e passou a ser eficiente só a 9%.

A Alemanha, que estavam em terceiro lugar antes da crise, subiu para segundo depois da crise, ou seja, a sua eficiência aumentou de 86% para 89%.

A Itália também subiu depois da crise, passou de 61% para 87% de eficiência no registo de patentes e o Japão desceu ligeiramente, passou de 63% para 58% de eficiência.

No fim continuam a aparecer, tanto antes como depois da crise, o Luxemburgo e a Islândia, sempre com 0% de eficiência, nada eficientes.

A Estónia aumento ligeiramente a sua eficiência em termos de registo de patentes depois da crise, passou de não ser nada eficiente para ser eficiente a 3%.

Portugal apresenta uma ligeira subida depois da crise, passou de ser eficiente a 1% para o ser a 2%.

4.3. Caracterização dos 3 Países Mais/Menos Eficientes

Como se pode concluir da análise dos scores de eficiência e dos respectivos valores de percentagem existem três países que se destacam como sendo os mais eficientes em termos de patentes pois apresentam percentagens de eficiência sempre superiores a 85%, estes países são os Estados Unidos da América, a China e a Alemanha.

Sendo que na situação contrária, os três países que são menos eficientes, que apresentam percentagens de eficiência entre os 5% e os 0%, são a Estónia, o Luxemburgo e a Islândia.

De seguida, será feita uma pequena análise a estes seis países com o intuito de tentar perceber se as suas características justificam os seus níveis de eficiência

Para cada um destes seis países será feita uma análise, ao longo do período de tempo do estudo de 2000 a 2010, às variáveis de caracterização escolhidas, despesas governamentais, despesas em saúde, população ativa, exportações e importações, emprego e desemprego.

4.3.1. Países Mais Eficientes

Estados Unidos da América

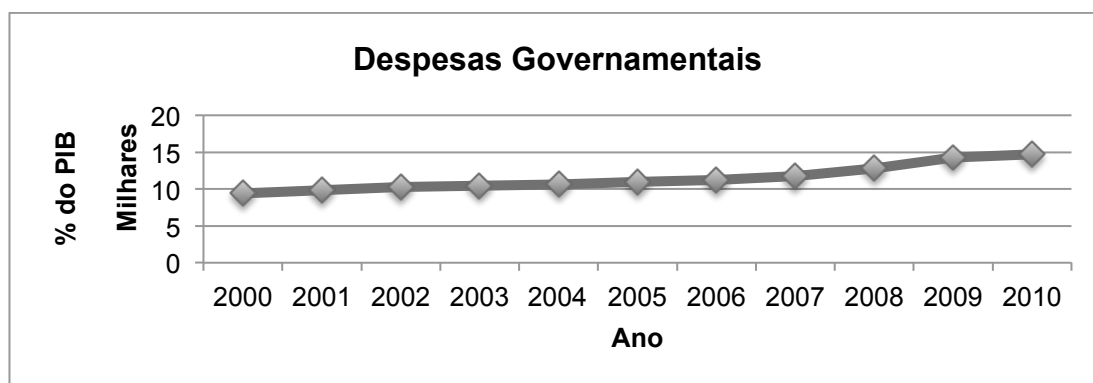
Os Estados Unidos da América são uma república constitucional constituída por 50 estados e um distrito federal, Washington D.C., sendo que a maior parte do seu território se encontra na América do Norte. Este país faz fronteira com o Canadá e o México.

Os Estados Unidos têm cerca de 309 milhões de habitantes, em termos de área total é o quarto maior do mundo.

Este país é muito conhecido por ser multicultural e onde várias etnias do mundo se podem encontrar pois o seu nível de imigração é dos mais elevados do mundo.

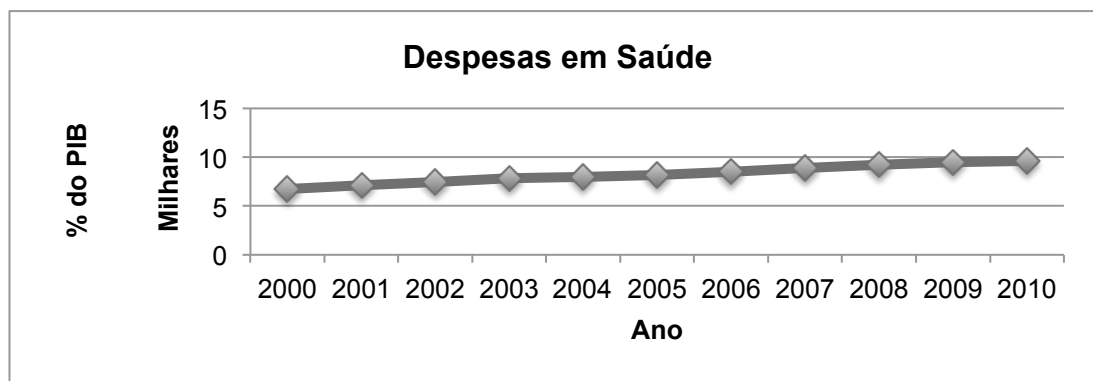
Observe-se agora os gráficos que exprimem o comportamento das despesas governamentais, das despesas de saúde, das exportações e das importações, da população ativa e do emprego e do desemprego, durante o período do estudo.

Gráfico 9 - Despesas Governamentais Efetuadas Pelos Estados Unidos da América



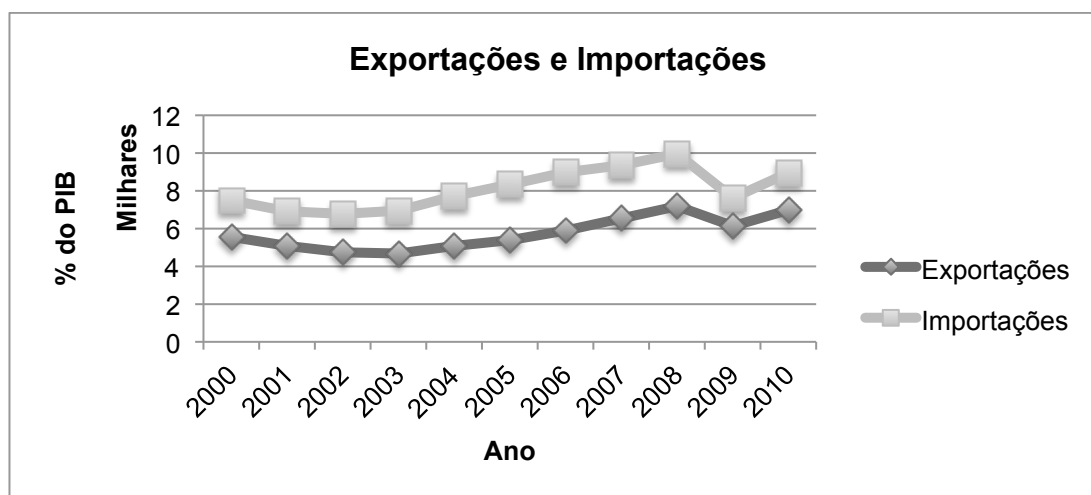
Em termos de despesas governamentais efetuadas no período em análise conclui-se que, desde o ano de 2000 a 2007, estas apresentam-se estacionárias mas depois de 2007 até 2010 aumentam, situação que deve ter ocorrido devido à crise que obriga muitas vezes os governos a ter que intervir no mais variado tipo de situações sociais, económicas e financeiras.

Gráfico 10 - Despesas em Saúde Efetuadas Pelos Estados Unidos da América



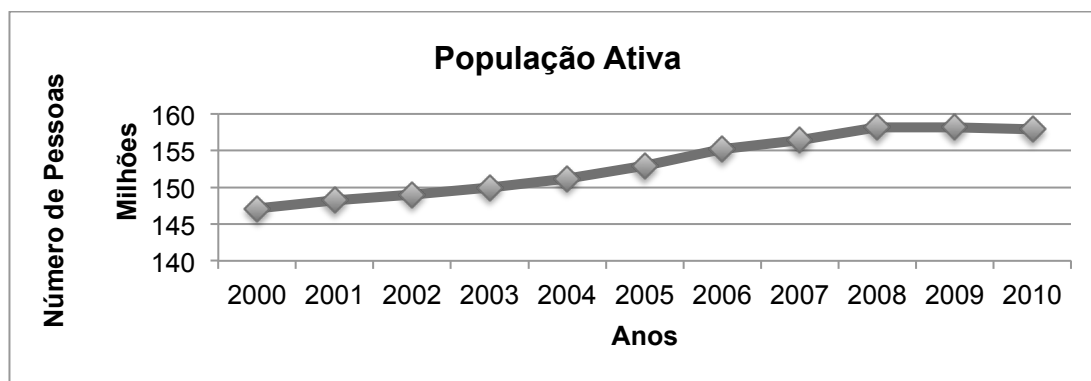
As despesas de saúde feitas pelos Estados Unidos de 2000 a 2010 encontram-se em ascensão. E de notar que, em termos monetários, estas despesas apresentam valores menores em relação aos outros países, isto porque o sistema de saúde americano é na sua maioria privado e funciona muito à base de seguros.

Gráfico 11 - Exportações e Importações Efetuadas Pelos Estados Unidos da América



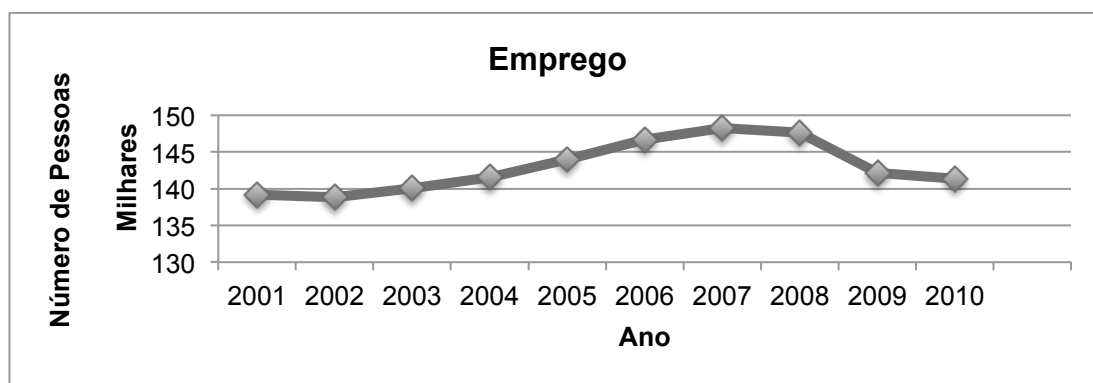
No que toca a importações e exportações, os Estados Unidos da América apresentam um nível de importações mais alto que de exportações, devido possivelmente ao forte consumo interno dos produtos nacionais que faz com que não exista necessidade de mandar vir produtos de outros países, sendo que estas tem um comportamento similar durante o período em análise, de 2000 a 2002 descem ligeiramente, depois de 2002 a 2008 aumentam atingindo um pico, em 2009 apresentam uma queda e de 2009 a 2010 começam de novo a crescer mas de uma forma ligeira.

Gráfico 12 - População Ativa Registada nos Estados Unidos da América



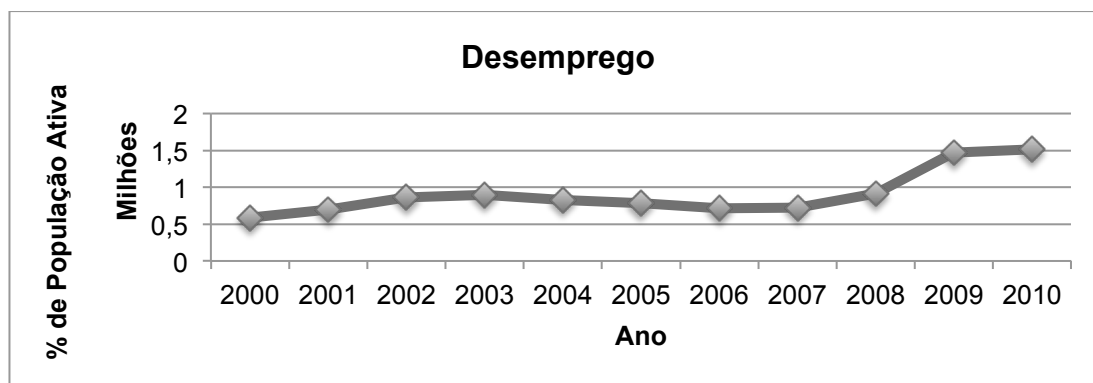
Como se pode observar a população ativa registada nos Estados Unidos da América, durante o período em análise, cresceu, apesar de que de 2008 a 2010 o número de pessoas começa a estagnar, possivelmente um efeito da crise.

Gráfico 13 - Emprego Registado nos Estados Unidos da América



O emprego regista crescimento de 2003 a 2007 mas a partir desse ano até 2010 desce, de novo, provavelmente, um efeito da crise.

Gráfico 14 - Desemprego Registado nos Estados Unidos da América



O desemprego apresenta muitas variações durante o período, de 2000 a 2003 aumenta, depois até 2006 diminui, mas de 2007 a 2010 aumenta consideravelmente, de novo um possível efeito da crise. O desemprego é maior que o emprego.

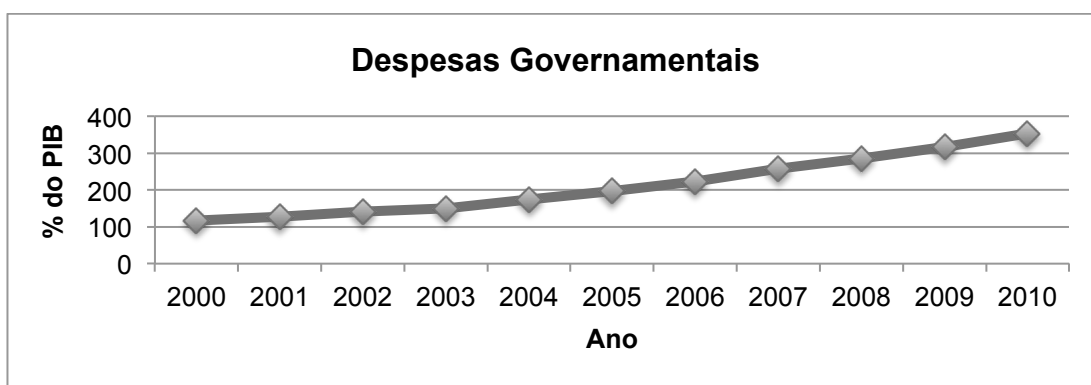
China

A China é o maior país da Ásia Oriental e é também o quarto maior país do mundo.

É o segundo país com mais população do mundo, mais de 1,36 mil milhões de habitantes, sendo que este número representa, aproximadamente, um quinto da população do mundo.

A China é uma república socialista, onde quem governa é o Partido Comunista da China, num sistema uni-partidário. A capital da China é Pequim.

Gráfico 15 - Despesas Governamentais Efetuadas Pela China



As despesas governamentais efetuadas pela China apresentam um crescimento linear de 2000 a 2010.

O mesmo comportamento tem as despesas de saúde efetuadas pela China, como se comprova no gráfico seguinte.

Gráfico 16 - Despesas de Saúde Efetuadas Pela China

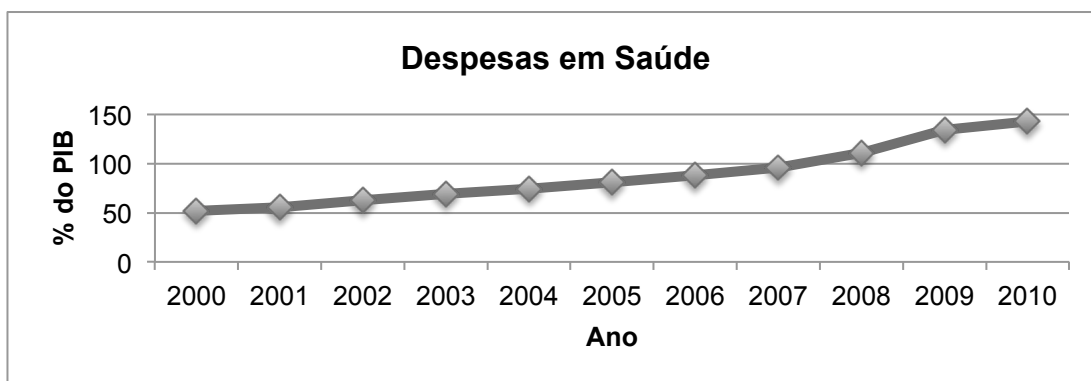
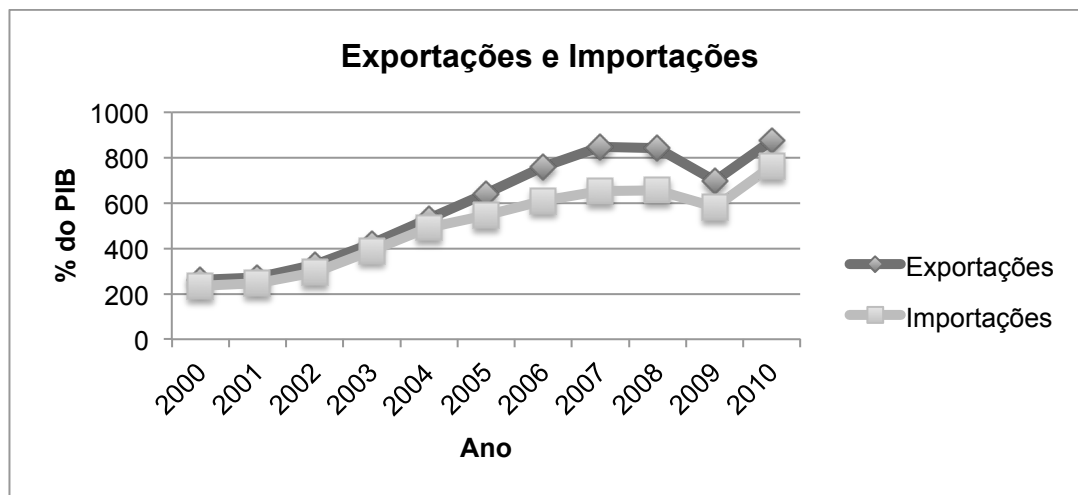
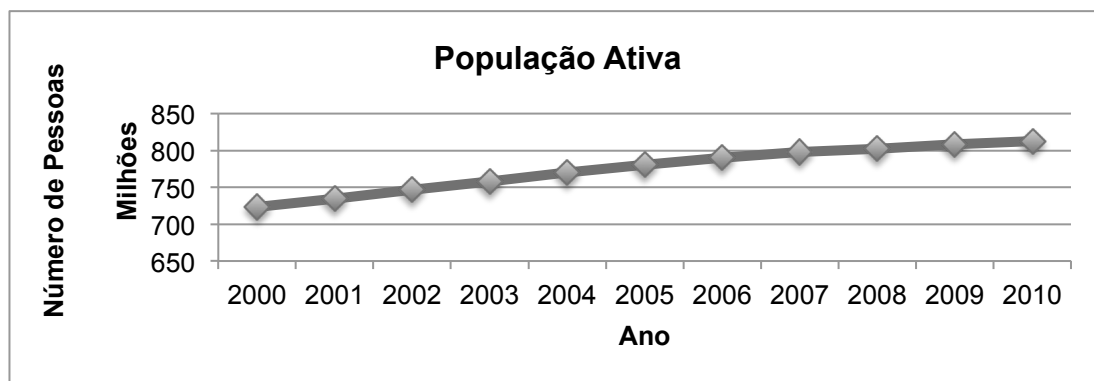


Gráfico 17 - Exportações e Importações Efetuadas pela China



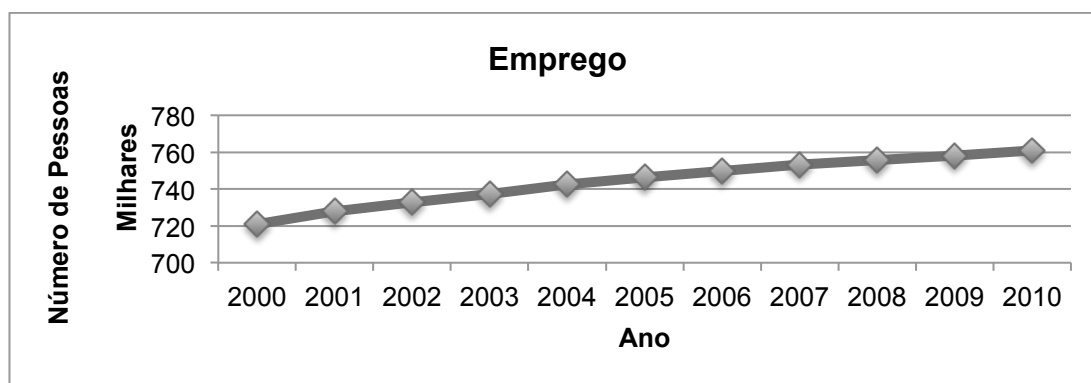
Em termos de importações e exportações, a China exporta um pouco mais que importa, sendo que o seu comportamento é muito similar, ambos os indicadores aumentam de 2000 a 2008, de 2008 a 2009 sofrem uma queda e até 2010 voltam a subir, possíveis efeitos da crise.

Gráfico 18 - População Ativa Registrada na China



Também a população ativa apresenta um comportamento crescente no período em análise.

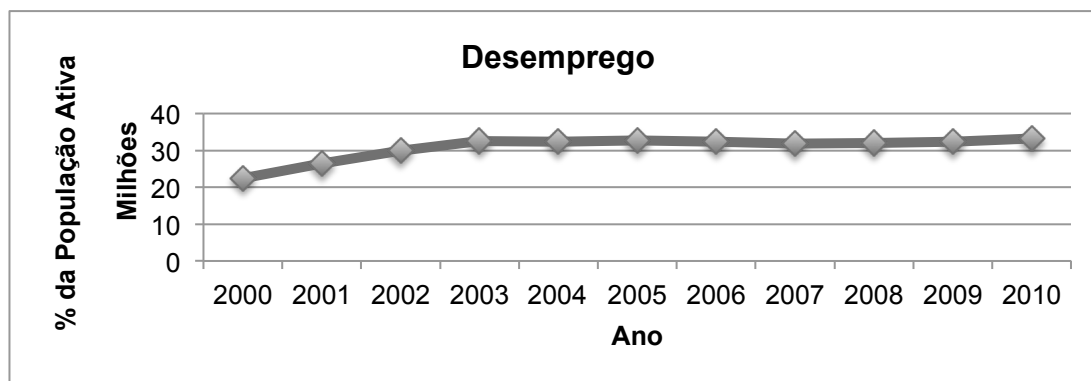
Gráfico 19 - Emprego Registado na China



O emprego, tal como a população ativa, apresenta um comportamento crescente durante todo o período em análise.

Já o desemprego cresce de 2000 a 2003, estagna um pouco até 2007, aumenta ligeiramente até 2009 e depois até 2010 diminui de novo um pouco mas este indicador é maior que o emprego.

Gráfico 20 - Desemprego Registado na China



Conclui-se então que praticamente todos os indicadores analisados apresentam um comportamento crescente, o que mostra que a China está em pleno processo de crescimento e cada vez mais se afirma no mundo como uma grande potência.

Alemanha

A Alemanha é uma república parlamentar com 16 estados. Faz fronteira a norte com o mar do Norte, com a Dinamarca e pelo mar Báltico, a leste com a Polónia e com a República Checa, a sul com a Suíça e com a Áustria e por fim a oeste com a França, com o Luxemburgo, com a Bélgica e com a Holanda.

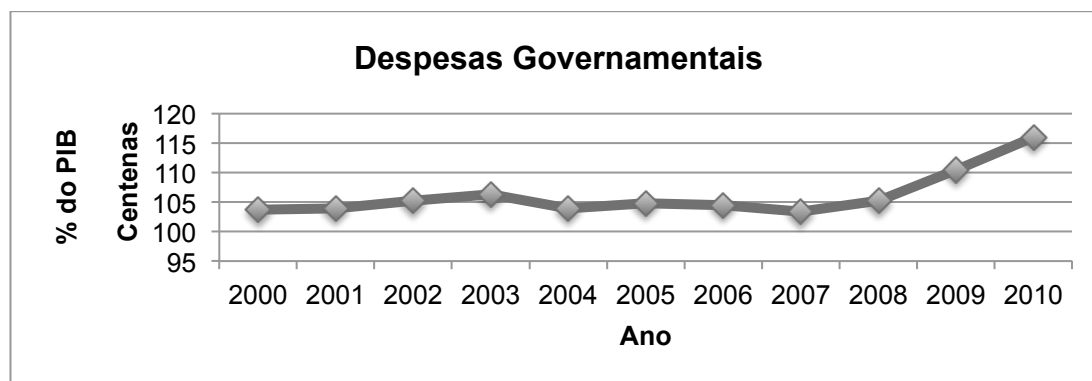
A Alemanha é o país que tem o maior número de população entre os estados membros da União Europeia, tem também a terceira maior comunidade de migrantes do mundo.

Este país foi um dos fundadores da Comunidade Europeia que depois se veio a tornar a União Europeia, e a sua capital é Berlim.

A Alemanha é uma grande potencia mundial sendo que ocupa o lugar de quarta maior economia do mundo, em termos de PIB, e o quinto maior país com grande poder de compra. É um dos maiores importadores e exportadores de mercadorias do mundo e dedica uma grande parte do seu orçamento para ajudar ao desenvolvimento global.

Analisa-se agora o comportamento os indicadores despesas governamentais, despesas em saúde, população ativa, exportações e importações, emprego e desemprego, de 2000 a 2010.

Gráfico 21 - Despesas Governamentais Efetuadas pela Alemanha



Como se pode observar, as despesas governamentais da Alemanha apresentam um comportamento sem muitas oscilações até 2007 e a partir desse ano até 2010 aumentam consideravelmente.

Já as despesas na saúde mostram um comportamento estacionário todo o período em análise.

Gráfico 22 - Despesas de Saúde Efetuadas Pela Alemanha

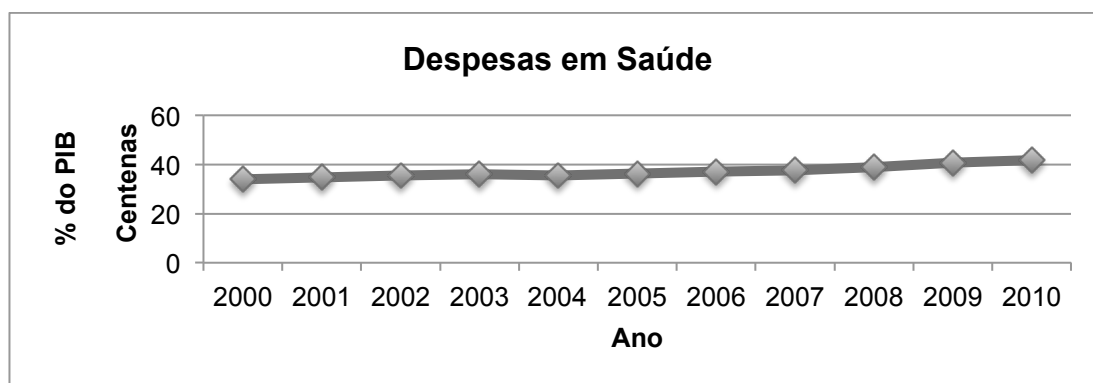
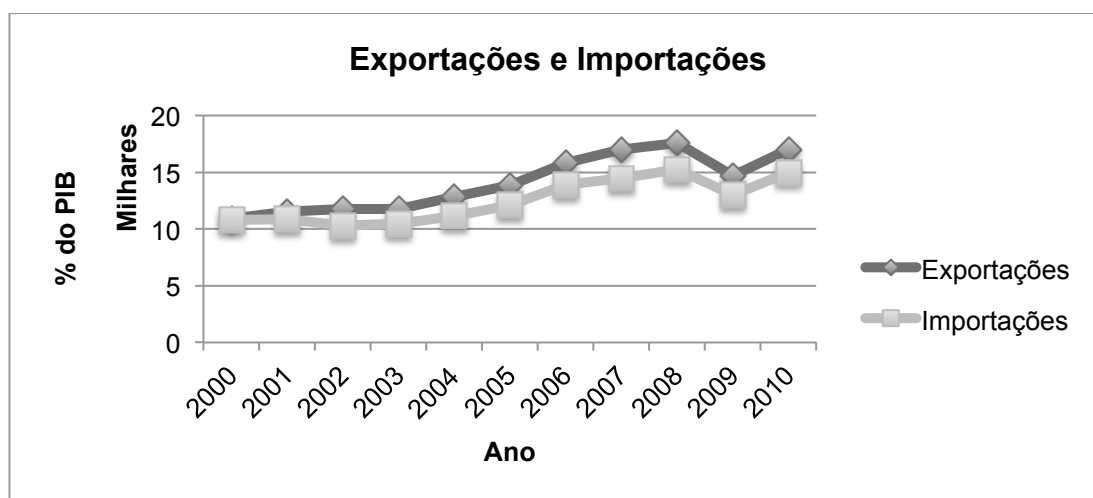


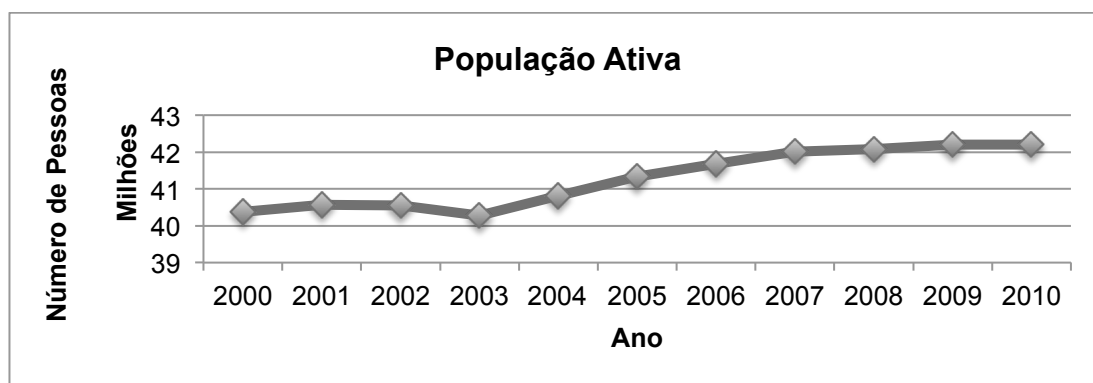
Gráfico 23 - Exportações e Importações Efetuadas na Alemanha



O país que mais exporta e mais importa, apresenta no período em análise, um alto valor em exportações e importações, sendo que exporta um pouco mais que importa, o que é bom gera mais receitas.

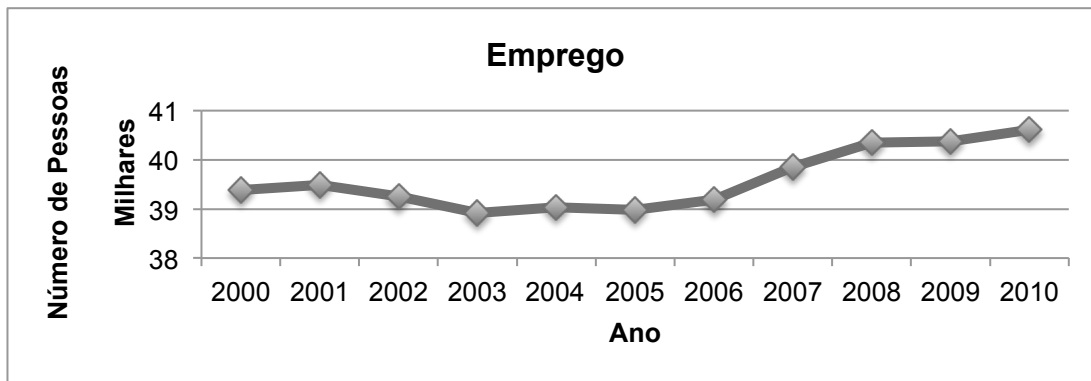
Os dois indicadores crescem de 2000 a 2008 mas de 2008 a 2009, possivelmente devido à crise, diminuem para voltar a crescer ligeiramente até 2010.

Gráfico 24 - População Ativa Registada na Alemanha



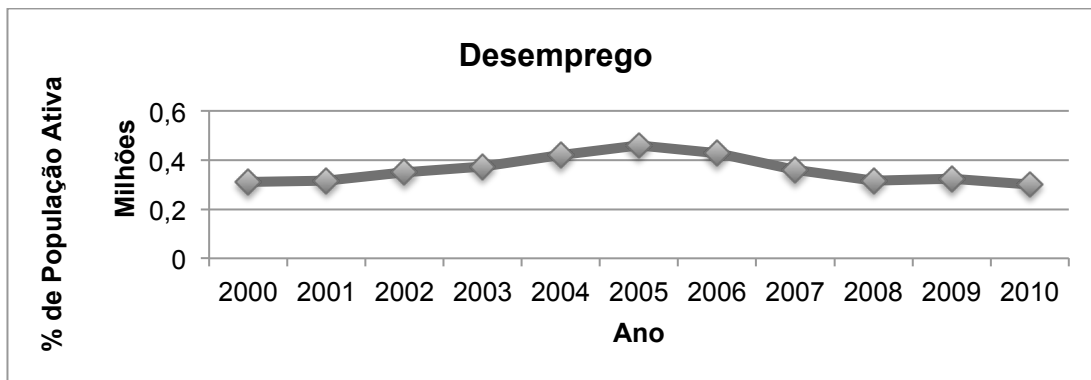
A população ativa cresce e decresce ligeiramente de 2000 a 2003 sendo que 2003 até 2010 encontra-se sempre crescimento exponencial, neste caso a crise não se fez sentir.

Gráfico 25 - Emprego Registrado na Alemanha



O emprego registrado na Alemanha apresenta uma descida de 2001 a 2003, sendo que de a 2005 estagna e de 2005 a 2010 regista um grande aumento. O que mostra que mesmo em tempos de crise existem países que prosperam, talvez seja por estes factos que a Alemanha se encontra no topo dos países mais eficientes em termos de registo de patentes.

Gráfico 26 - Desemprego Registrado na Alemanha



O desemprego apresenta um comportamento um pouco contrario ao do emprego, pois de 2000 a 2005 aumenta e de 2005 a 2010 diminui.

4.3.2. Países Menos Eficientes

Estónia

A Estónia é um dos três países bálticos, Lituânia, Letónia e Estónia, é constituída por uma parte continental e um imenso arquipélago no mar Báltico.

Faz fronteira a norte com o golfo da Finlândia, a leste com a Rússia, a sul com a Letónia e a oeste com o mar Báltico, que a faz a sua separação com a Suécia.

A Estónia tem mais ou menos um milhão e trezentos mil habitantes.

A capital da Estónia é Tallin.

Gráfico 27 - Despesas Governamentais Efetuadas Pela Estónia

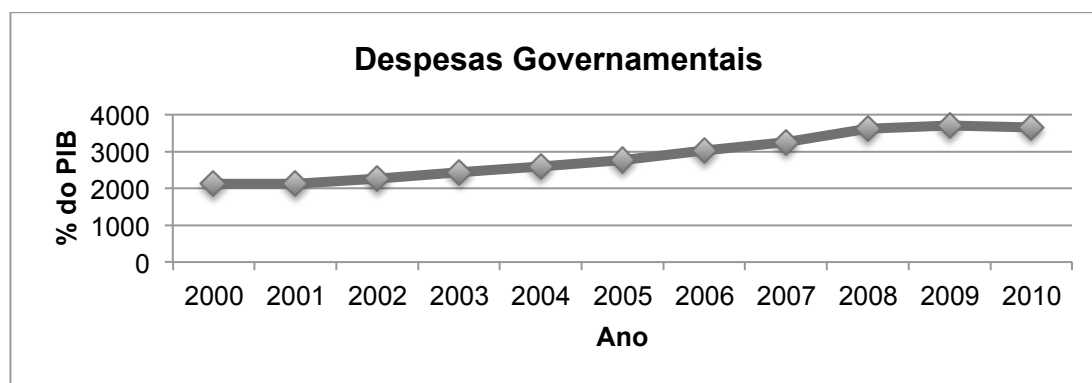
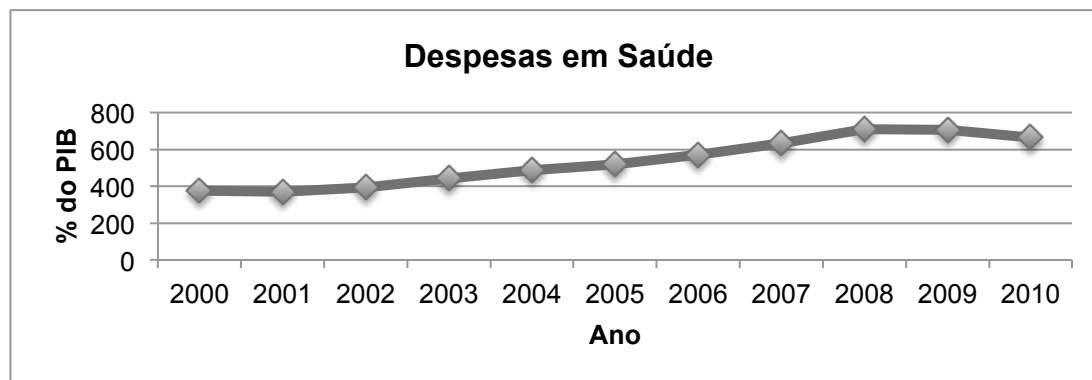


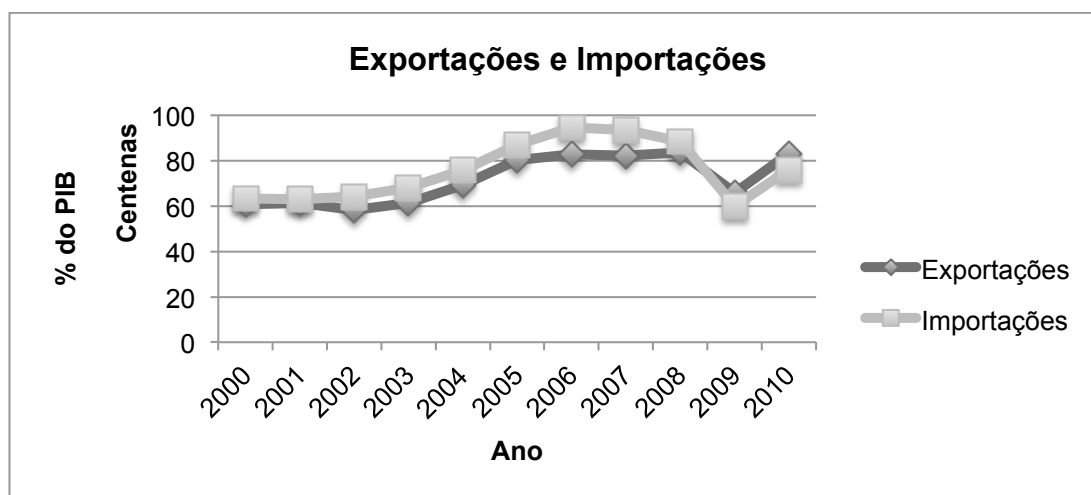
Gráfico 28 - Despesas em Saúde Efetuadas Pela Estónia



Apesar de em menor valor, as despesas em saúde apresentam quase o mesmo comportamento das despesas governamentais, isto porque, possivelmente, quando estado gasta mais uma parte desse aumento deve ser no sector da saúde.

Estas despesas apresentam um comportamento crescente até 2009 e depois decrescem um pouco de 2009 a 2010.

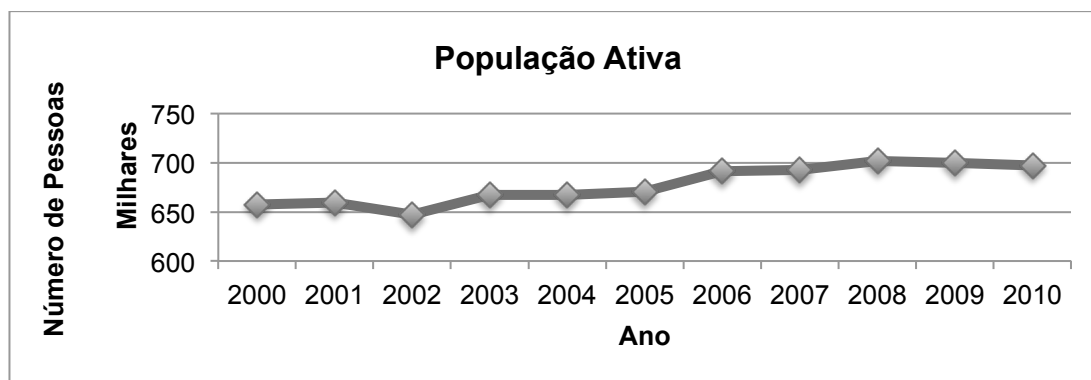
Gráfico 29 - Exportações e Importações Registadas na Estónia



Em termos de exportações e importações pode-se observar que a Estónia importa mais do que exporta, o que não é um bom indicador da economia, apesar de 2009 a 2010, as exportações serem ligeiramente maiores que as importações.

De 2002 a 2007 as importações e as exportações aumentam, mas, possivelmente devido à crise de 2007/2008, estes dois indicadores diminuem de 2007 a 2009, sendo que, como já foi referido, de 2009 a 2010 existem um aumento dos indicadores.

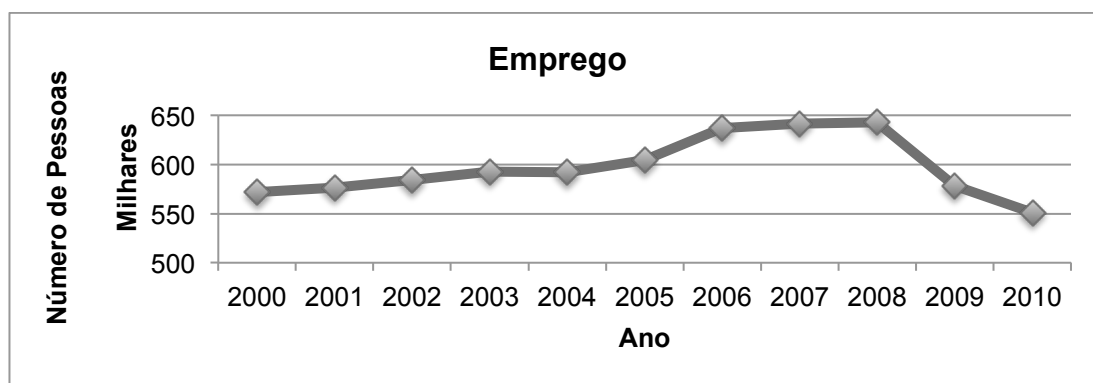
Gráfico 30 - População Ativa Registada na Estónia



A população ativa da Estónia apresenta, em termos gerais, um comportamento crescente durante o período em análise.

Mas este indicador não quer dizer que a população ativa esteja a trabalhar como se comprova no gráfico seguinte.

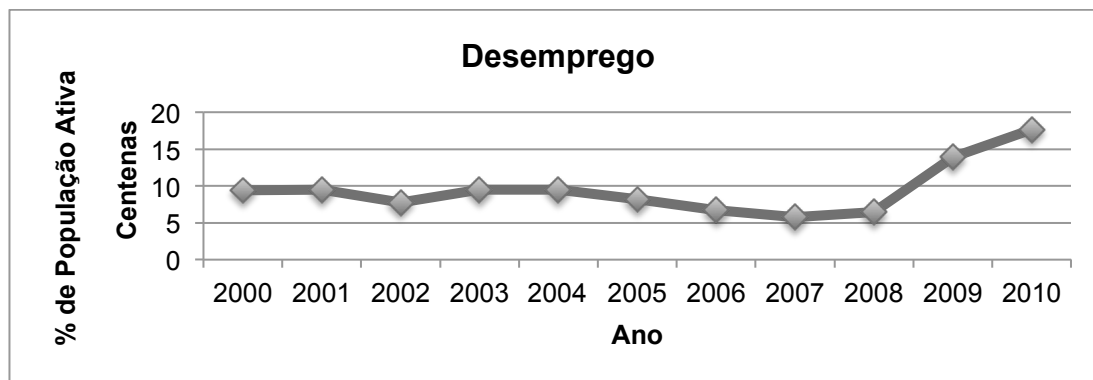
Gráfico 31 - Emprego Registrado na Estónia



Apesar do emprego estar a subir até 2006, este estagna até 2008 e desse ano até 2010 sofre uma queda abrupta, possivelmente devido à crise de 2007/2008.

Em relação ao desemprego o cenário é absolutamente o contrário, este diminui até 2007, o que era bom, mas depois de 2008 a 2010 sobe consideravelmente.

Gráfico 32 - Desemprego Registrado na Estónia

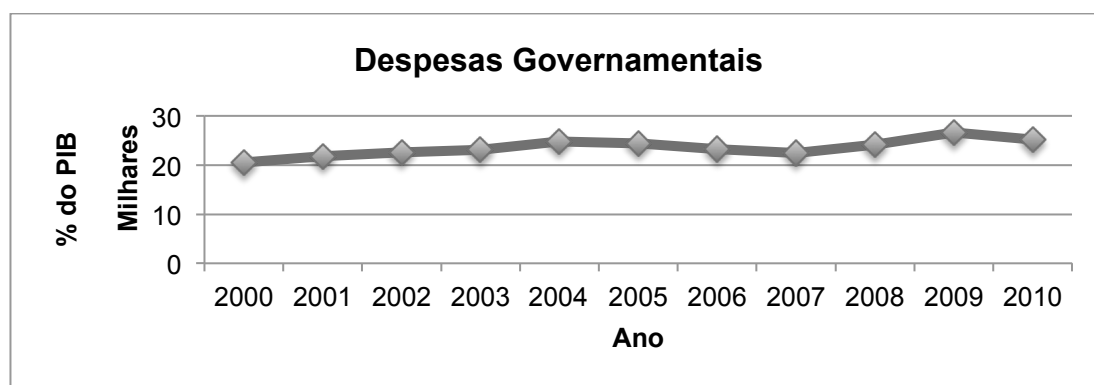


Luxemburgo

O Luxemburgo faz fronteira com a Bélgica, com a França e com a Alemanha. Este país tem mais ou menos meio milhão de pessoas.

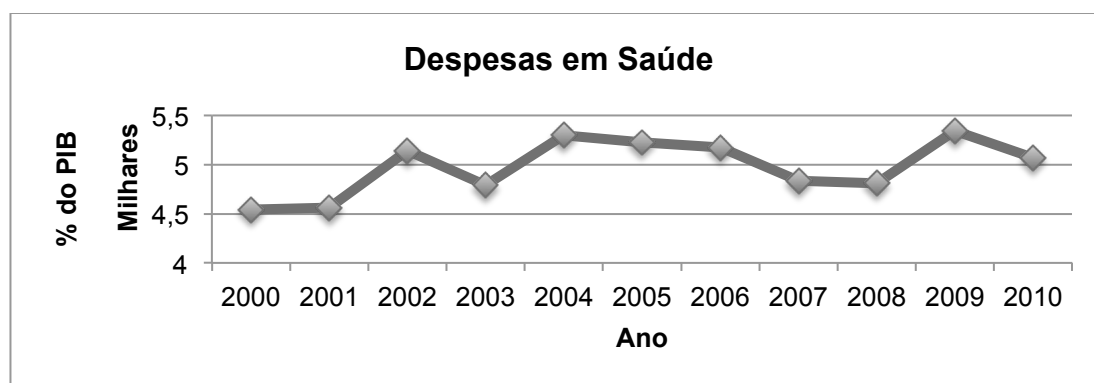
O Luxemburgo é o único grão-ducado que ainda existe, ou seja, é uma democracia parlamentar com um grão-duque como monarca constitucional. Este país apresenta um dos PIB per capita maiores do mundo. É um dos países fundadores da União Europeia, em que a capital, cidade de Luxemburgo, alberga várias instituições e organismos da União Europeia.

Gráfico 33 - Despesas Governamentais Efetuadas Pelo Luxemburgo



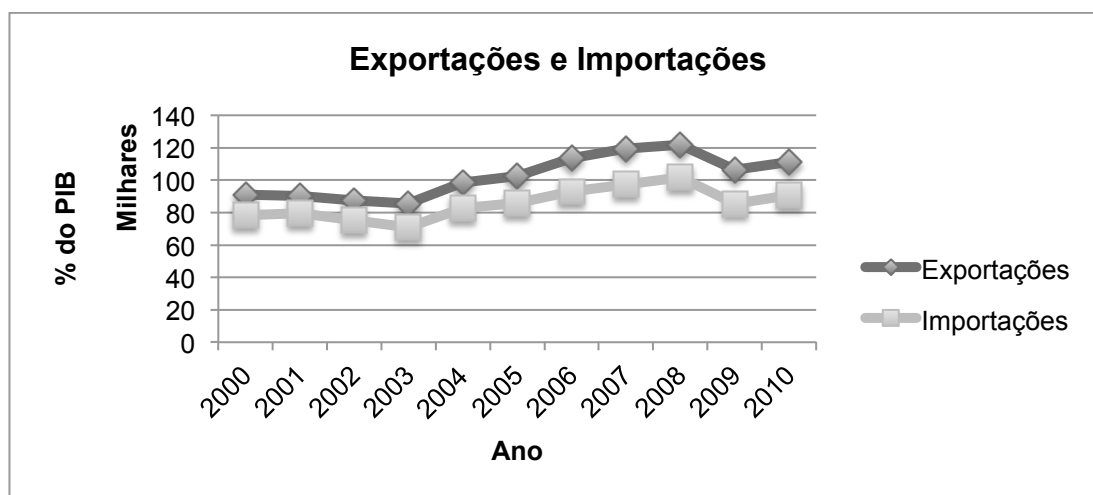
As despesas governamentais do Luxemburgo encontram-se, no período em análise, entre os 20 e 30 milhares, ou seja, não apresentam grandes oscilações.

Gráfico 34 - Despesas em Saúde Efetuadas Pelo Luxemburgo



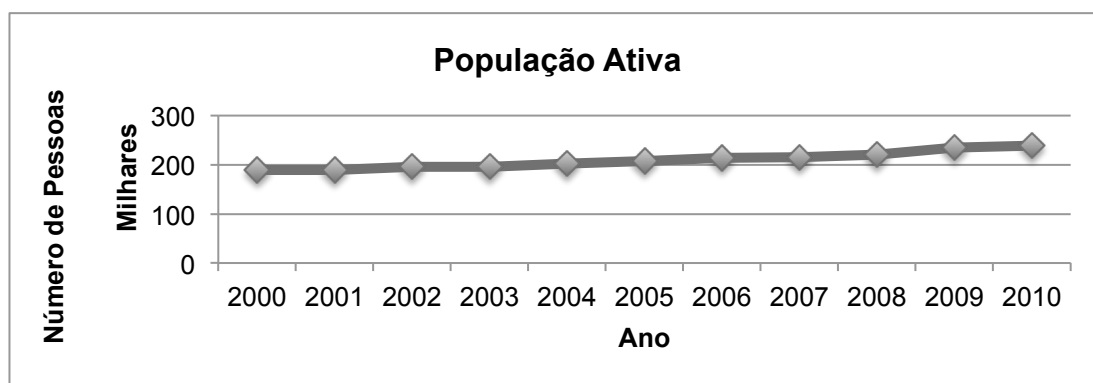
As despesas feitas em saúde no Luxemburgo apresentam grandes oscilações, apesar disso crescem mais do que decrescem, o que quer dizer que existe uma crescente preocupação em assistir a população em termos de saúde.

Gráfico 35 - Exportações e Importações Registadas no Luxemburgo



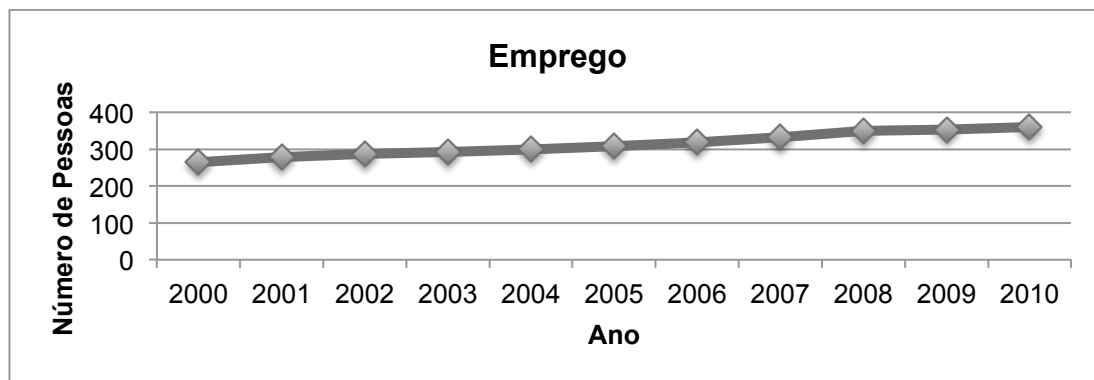
O Luxemburgo exporta mais que importa, o que é um bom sinal. Estas apresentam o mesmo comportamento durante o período em análise, sendo que do ano de 2000 ao ano de 2003, os indicadores descem ligeiramente, mas depois até ao ano de 2008 aumentam. De 2008 a 2009 diminuem mas de 2009 a 2010 sobem de novo.

Gráfico 36 - População Ativa Registada no Luxemburgo



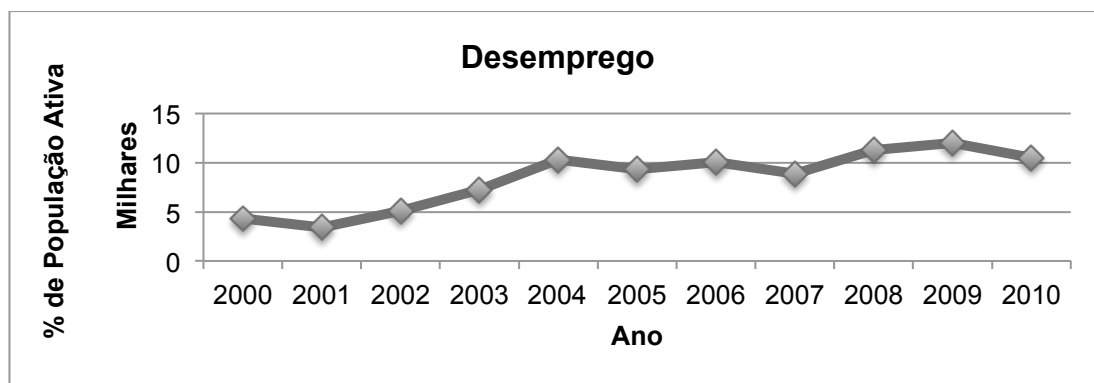
A população ativa do Luxemburgo não varia durante o período em análise, existe só um ligeiro aumento de 2008 a 2010.

Gráfico 37 - Emprego Registado no Luxemburgo



O emprego apresenta um comportamento crescente em todo o período em análise, o que é um bom indicador.

Gráfico 38 - Desemprego Registado no Luxemburgo



O número de desempregados é maior que o número de empregados o que não é um bom sinal, este indicador cresce durante todo o período em análise.

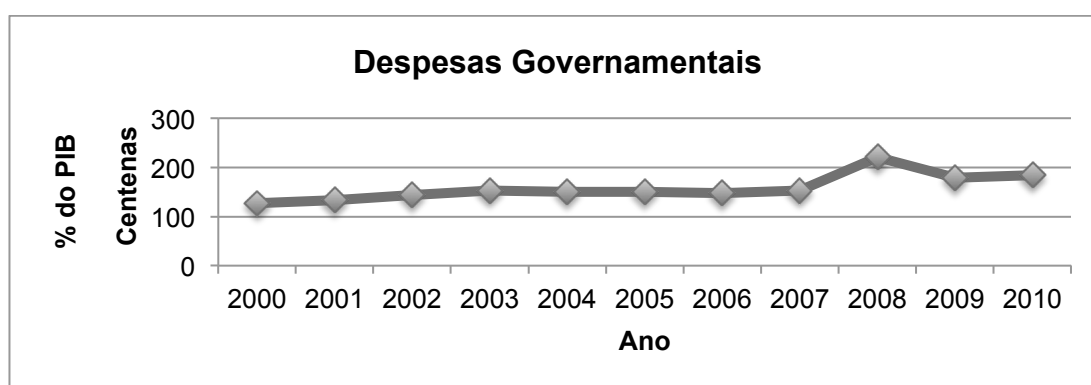
Islândia

A Islândia tem cerca de trezentos e vinte mil habitantes, e a capital, Reiquejavique, abriga cerca de dois terços da população.

A Islândia apresenta-se como sendo uma sociedade desenvolvida e tecnologicamente avançada, tendo recentemente se tornado numa das nações mais ricas do mundo.

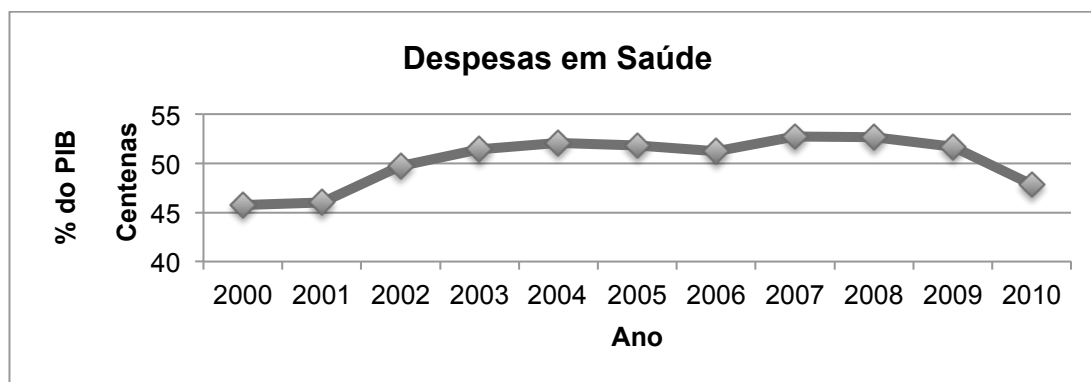
Em 2008, o sistema bancário do país falhou, o que levou a uma contração da economia considerável que fez com que o seu PIB per capita baixasse consideravelmente e originou uma grande agitação política.

Gráfico 39 - Despesas Governamentais Efetuadas Pela Islândia



As despesas governamentais da Islândia são quase sempre lineares, excepto entre 2007 e 2009 onde estas sobem e depois decrescem, possivelmente devido não só à crise mas também à falha do sistema bancário que ocorreu no país em 2008.

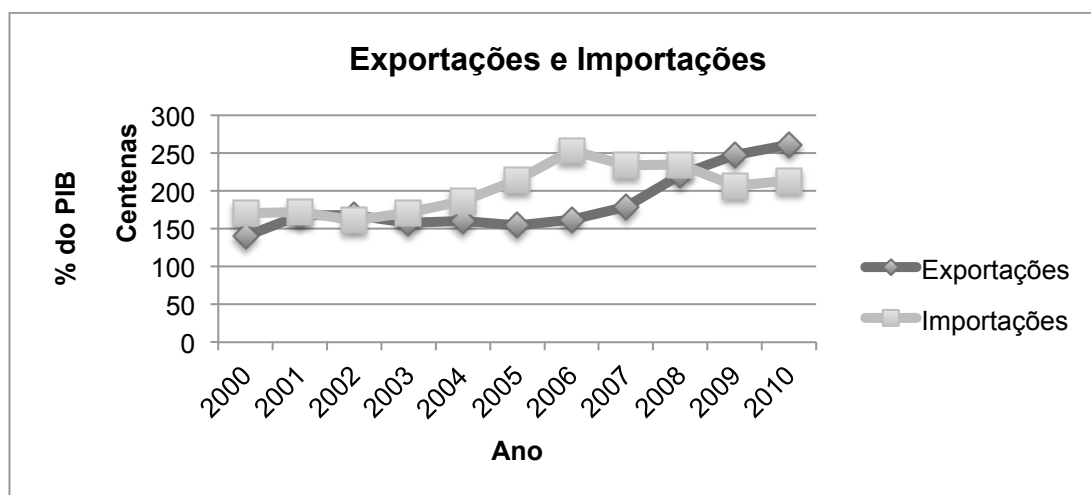
Gráfico 40 - Despesas de Saúde Efetuadas pela Islândia



As despesas de saúde aumentam de 45 centenas, em 2000, para quase 55 centenas em 2004, o que quer dizer que neste período, o estado estava a investir mais no sector da saúde.

De 2004 a 2010 apresentam algumas oscilações.

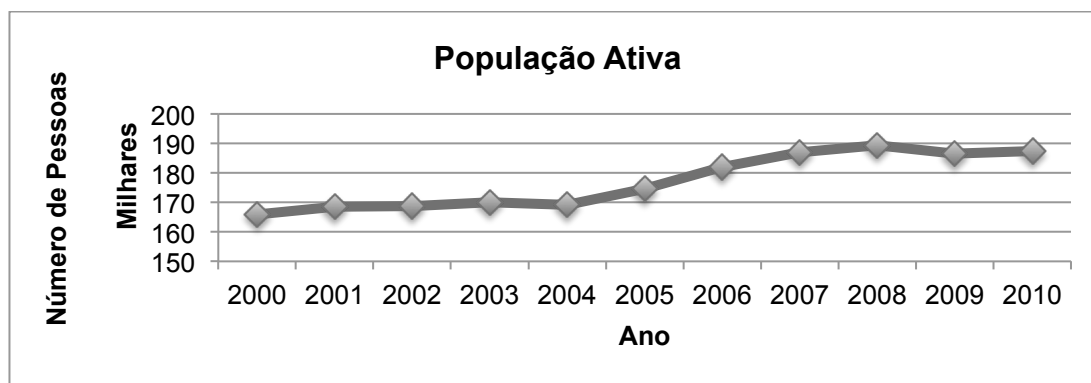
Gráfico 41 - Exportações e Importações Registadas na Islândia



As exportações da Islândia apresentam algumas oscilações, de 2003 a 2005 ficam um pouco paradas mas de 2005 a 2010 sobem consideravelmente, ficando até, desde 2008, acima das importações o que é um bom sinal para o país.

As importações sobem até 2005 e depois começam a decrescer, de uma forma desfasada, até 2010.

Gráfico 42 - População Ativa Registada na Islândia



Em termos de população ativa, no período em análise, existe uma tendência crescente deste indicador, sendo que de 2004 a 2008, o crescimento verificado foi mais acentuado.

Gráfico 43 - Emprego Registrado na Islândia

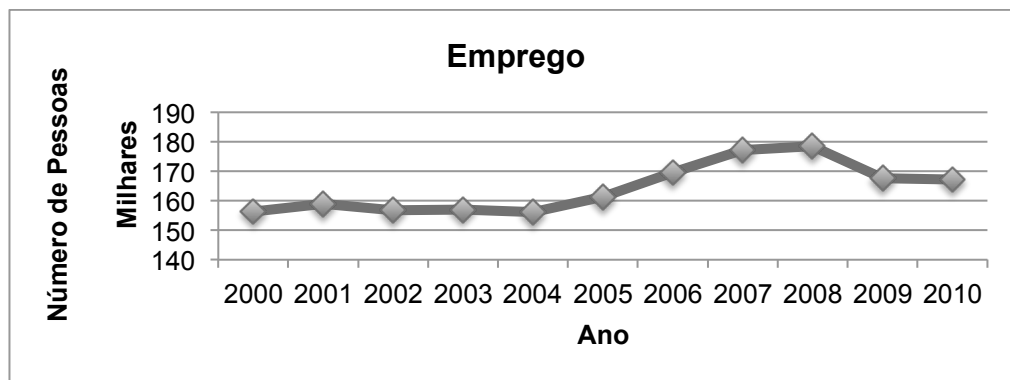
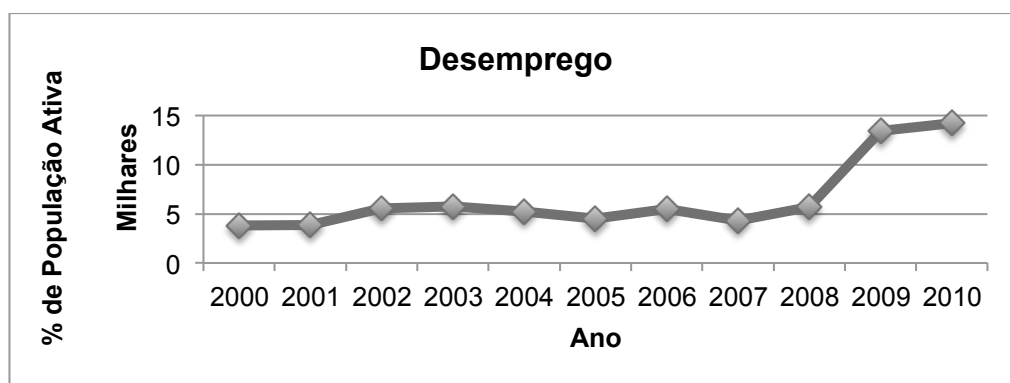


Gráfico 44 - Desemprego Registrado na Islândia



O emprego e o desemprego apresenta comportamentos similares mas contrários, quando em 2008 o emprego diminui o desemprego diminui. Situação esta de esperar devido, não só a crise mundial, como também à falha do sistema bancário, que ocorre mais ou menos na mesma altura e que deixa todo um país mais em baixo.

5. Conclusão

Na linha dos objectivos gerais e específicos enunciados na introdução deste trabalho, foram especificados e estudados diversos modelos, no âmbito da classe dos modelos fronteira.

Em termos gerais conclui-se que quando as variáveis em estudo não apresentam resultados quando se aplica o modelo pode ser devido a terem sido encontrados sinais de existência de heterogeneidade entre os países constituintes da amostra. Quando se divide a amostra em subgrupos as variáveis mostram influenciar o número de registos de Patentes e esse impacto varia conforme o grupo em análise.

Concluiu-se também que as despesas em investigação e desenvolvimento efetuadas pelos governos dos países contribuem para que o número de registos de Patentes aumente. Sendo que, o investimento estrangeiro medido em entradas líquidas, contribui para influenciar o número de registos de Patentes e fá-lo de uma forma negativa, ou seja, observa-se que o número de registos de Patentes diminui.

O número de investigadores influencia o número de registos de Patentes dos países constituintes da OCDE, sendo que o seu comportamento é inverso quando se divide o grupo dos países da OCDE em dois subgrupos, países da OCDE europeus e países da OCDE não europeus. No subgrupo dos países da OCDE europeus, o número de investigadores influencia negativamente o número de registos de Patentes, faz com que estas diminuam, e no subgrupo dos países da OCDE não europeus, o número de investigadores influencia positivamente o número de registos de Patentes. Estas situações verificam-se durante todo o período em análise, desde do ano de 2000 até ao ano de 2010.

Conclui-se ainda, em relação aos determinantes da ineficiência técnica, que o indicador da Voz e Responsabilização e o do Estado de Direito influenciam, na generalidade, a ineficiência técnica de um modo positivo, ou seja, faz com que esta aumente. Já o indicador da Qualidade Regulatória provoca, no geral, uma diminuição da ineficiência técnica, o que indica que quando a população acha que o seu governo é capaz de implementar e fomentar políticas e regulamentos que ajudem o desenvolvimento das empresas faz com que os processos produtivos, técnicos, etc. sejam mais eficientes.

É ainda de referir que o progresso tecnológico, antes da crise, tinha um efeito positivo no número de registos de Patentes, quanto mais avanço tecnológico mais patentes eram registadas, mas depois da crise o cenário inverteu-se,

sendo que, entre 2008 e 2010, quanto mais avanço tecnológico menos patentes são registadas. Ou seja, países que são tradicionalmente mais avançados perderam para outros.

No estudo tem-se uma parte inicial onde foi feita uma análise a todas as variáveis explicativas, em termos de correlações, com o objectivo de perceber se havia informação repetida nas variáveis.

Facto este que se veio a confirmar e o modelo foi reduzido a 4 variáveis, despesas em investigação e desenvolvimento medidas no ano atual, o investimento estrangeiro em entradas liquidas, os investigadores em pesquisa e desenvolvimento e o indicador da governança, controle da corrupção.

Foram analisados diversos modelos fronteira estocásticos utilizados na literatura para dados em painel, modelo de Pitt e Lee (1981), Schmidt e Sickles (1984), Cornwell et al (1990) e Lee e Schmidt (1993), com o objectivo de investigar o comportamento dos regressores selecionados para explicar, direta ou indiretamente, o comportamento da variável dependente em estudo.

Pitt e Lee (1981) foram os pioneiros em termos de modelação de fronteiras com dados em painel, depois Schmidt e Sickles (1984) propuseram a estimação destes modelos adaptando as técnicas de estimação dos efeitos fixos para que fosse possível que a eficiência esteja correlacionada com os regressores da fronteira. Em 1990, Cornwell et al, com o objectivo de relaxar a restrição anterior, propuseram uma abordagem onde os parâmetros do modelo são calculados utilizando estimadores de efeitos fixos e também aleatórios. Já Lee e Schmidt (1993) propuseram uma abordagem diferente em que a componente da ineficiência do termo do erro não tem efeitos temporais e os efeitos individuais são unilaterais.

Os modelos de Pitt e Lee (1981) e de Schmidt e Sickles (1984) são os que apresentam todas as variáveis independentes significativas, todas contribuem para explicar a variável dependente, Patentes. Nos outros dois modelos, Cornwell et al. (1990) e Lee e Schmidt (1993) só duas das quatro variáveis em análise são significativas.

Em relação ao modelo de Battese e Coelli (1992) conclui-se nenhuma das variáveis em estudo, despesas em pesquisa e desenvolvimento, investimento estrangeiro, investigadores, controle da corrupção e agora também a Trend, que mede o impacto que o progresso tecnológico na variável dependente, apresentam coeficientes estatisticamente significativos.

Viu-se ainda que 97,276% da variância total do erro composto é explicada pela variância da ineficiência técnica.

Aplicou-se, também, o modelo de Battese e Coelli (1992) aos subgrupos formados, países da OCDE europeus, da OCDE não europeus e não pertencentes à OCDE.

As despesas feitas em investigação e desenvolvimento contribuem para o aumento do número de registos de patentes em todos os subgrupos.

O número de investigadores faz com que o número de registos de patentes do grupo de países da OCDE não europeus aumente e o controle da corrupção faz com o número de registos de patentes dos países não pertencentes à OCDE aumente também.

De seguida, e ainda no modelo de Battese e Coelli (1992), foi feita uma análise aos efeitos da crise nas patentes. Foi analisado se as variáveis independentes tinham o mesmo comportamento, tanto antes como depois da crise de 2007/2008. Esta análise foi feita não só à amostra como também aos países da OCDE.

Em relação a toda a amostra conclui-se que nenhuma das variáveis em estudo contribuem significativamente para explicar a variável dependente, Patentes.

Quanto aos países da OCDE, a situação muda um pouco.

O avanço tecnológico e as despesas feitas em investigação e desenvolvimento são sempre significativas e fazem com o número de patentes registadas nos países da OCDE aumente, tanto antes como depois da crise.

Os investigadores e o controle da corrupção, que antes da crise eram significativos de uma forma positiva, depois da crise deixam de o ser, o que pode ser sinal de que os países da OCDE, ao se encontrarem em crise, não consigam investir tanto em pessoal que trabalha em investigação e desenvolvimento devido a que as áreas cruciais da sociedade se encontram fragilizadas e o controle da corrupção seja mais difícil de efetuar.

No modelo de Battese e Coelli (1995), o termo do erro composto que mede a ineficiência técnica inclui variáveis explicativas que faz com que seja possível, não só estimar a mudança técnica na fronteira, como também estimar a ineficiência técnica variante no tempo. No caso deste estudo as variáveis explicativas são, a variável que mede o impacto que o progresso tecnológico tem na variável dependente, Trend, e os indicadores da Governança excepto Estabilidade Política e Ausência de Violência / Terrorismo, TRM, ou seja, Voz e Responsabilização, VA, Eficácia Governamental, GE, Qualidade Regulatória, RQ, Estado de Direito, RL e Controle da Corrupção, CC.

Então da aplicação deste modelo no estudo conclui-se que só as despesas em investigação e desenvolvimento e o investimento estrangeiro nos países são significativos, sendo que o investimento estrangeiro influencia de forma negativa o número de registos de patentes observando-se que existe uma diminuição das mesmas.

No caso das variáveis explicativas do termo do erro composto conclui-se que a Voz e Responsabilização, a Eficácia Governamental, a Qualidade Regulatória e o Estado de Direito têm impacto na ineficiência técnica, a Voz e Responsabilização e o Estado de Direito fazem com que a ineficiência técnica aumente e a Eficácia Governamental e a Qualidade Regulatória fazem com que a ineficiência técnica diminua.

Em relação aos subgrupos formados pode-se observar que o progresso tecnológico influencia as patentes registadas nos três subgrupos, sendo que nos grupos da OCDE o avanço tecnológico faz com o registo das patentes aumente e no subgrupo dos países não pertencentes à OCDE faz com que o registo de patentes diminua.

As despesas em investigação e desenvolvimento influenciam positivamente o número de registos de patentes em todos os subgrupos em análise. Por outro lado, o Controle da Corrupção faz com que os registos de patentes, dos três subgrupos, diminuam.

O investimento estrangeiro nos países em estudo só é significativo no subgrupo dos países da OCDE europeus e o seu impacto no registo das patentes é negativo.

O número de investigadores influencia o registo de patentes em todos os subgrupos, sendo que nos subgrupos dos países da OCDE europeus e dos países não pertencentes à OCDE o seu impacto é negativo nas patentes, observando-se que o registo de patentes diminui, e o no subgrupo dos países da OCDE não europeus observa-se o cenário contrário, ou seja, verifica-se um aumento do registo de patentes.

No que toca às variáveis explicativas do termo do erro composto conclui-se que, no subgrupo da OCDE não europeus, o impacto que o avanço tecnológico tem na ineficiência técnica é positivo, ou seja, contribui para o seu aumento. E pelo contrário, no subgrupo dos países não pertencentes à OCDE, o impacto do avanço tecnológico na ineficiência técnica é negativo, o que faz com que esta diminua.

A Voz e Responsabilização contribui, no grupo da OCDE não europa e países não pertencentes à OCDE, para o aumento da ineficiência técnica, assim como o controle da corrupção.

A Eficácia Governamental, no subgrupo dos países da OCDE europa, contribui para que se verifique uma diminuição da ineficiência técnica, sendo que o contrário se verifica nos países não pertencentes à OCDE, este indicador provoca um aumento da ineficiência técnica.

A Qualidade Regulatória é significativa e faz com que a ineficiência técnica dos três subgrupos diminua.

O indicador do Estado de Direito provoca na ineficiência técnica um aumento, e este verifica-se nos subgrupos dos países da OCDE europeus e países não pertencentes à OCDE.

Por fim, o Controle de Corrupção é significativo, ou seja, observa-se que o seu aumento influencia a ineficiência técnica, para os três subgrupos sendo que no subgrupo dos países da OCDE europeus o seu impacto é positivo, provoca um aumento da ineficiência técnica deste subgrupo e em relação aos outros dois faz com que esta diminua.

Ainda com o modelo de Battese e Coelli (1995), mas agora analisando a situação da amostra em relação à crise, conclui-se que as despesas em investigação e desenvolvimento, tanto antes como depois da crise, contribuem para que haja um aumento no número de registos de patentes nos países da amostra. Na situação contrária está o investimento estrangeiro que, tanto antes como depois da crise, tem um impacto negativo no registo de patentes.

O indicador do Controle da Corrupção só se mostra significativo depois da crise e apresenta um comportamento negativo, ou seja, mostra que só influencia o registo de patentes depois da crise e esse impacto faz com que os registos de patentes diminua.

Em relação às variáveis explicativas do termo do erro composto conclui-se que, antes da crise, a Voz e Responsabilização e a Eficácia Governamental influenciavam a ineficiência técnica, sendo que a Voz e Responsabilização faz com que esta aumente e a Eficácia Governamental faz com que diminua. Depois da crise, só a Qualidade Regulatória é significativa e faz com que a ineficiência técnica diminua.

Por fim, analisou-se a situação da OCDE antes e depois da crise com o modelo de Battese e Coelli (1995). Neste caso conclui-se que a variável Trend e a variável Controle da Corrupção são significativas antes e depois da crise, sendo que antes da crise estas contribuíam para o aumento do registo de patentes e depois da crise passaram a contribuir para a sua diminuição.

As despesas em investigação e desenvolvimento e o número de investigadores influenciam, tanto antes como depois da crise, o número de registos de patentes de uma forma positiva, ou seja, contribuem para o seu aumento. Por outro lado o investimento estrangeiro faz com que o número de registos de patentes diminua tanto antes como depois da crise.

Em relação às variáveis explicativas do termo do erro composto, conclui-se que a Voz e Responsabilização contribui para o aumento da ineficiência técnica tanto antes como depois da crise.

A Eficácia Governamental, que antes da crise fazia com que a ineficiência técnica diminuísse, o que era bom pois quanto menos ineficiência se verificar mais eficientes e rápidos são os processos de registo de patentes o que vai fazer com que os países aumentem a sua produção de conhecimento e por consequência o seu desenvolvimento é mais sustentado dando ferramentas aos países para que o bem estar e o nível de vida da população seja melhor, depois da crise passa a fazer com que esta aumente.

A Qualidade Regulatória só passa a ser significativa e a fazer com que a ineficiência técnica diminua depois da crise e o Estado de Direito e o Controle da Corrupção só têm impacto na ineficiência técnica antes da crise, sendo que o Estado de Direito faz com que a ineficiência aumente e o Controle da Corrupção faz com que esta diminua.

Depois de feitas as estimativas foram construídos scores de eficiência com o objectivo de perceber quais os países mais e menos eficientes em termos do número de registo de patentes logo produção de conhecimento.

Primeiro foi feito o score de eficiência para a amostra global, onde se pode concluir que a China a 100%, os Estados Unidos da América a 98%, e a Alemanha também a 98% são os países mais eficientes em termos de registo de patentes no período em análise, ou seja, nestes países os processos de registo e pedido de patentes desenrolam-se de uma maneira muito mais rápida o que faz com que consigam patentear mais logo desenvolverem-se também mais, mais depressa e de uma forma sustentada.

E os menos eficientes a patentear são a Estónia, o Luxemburgo e a Islândia o que mostra sinais de pouco desenvolvimento e estagnação da produção de conhecimento.

Depois foi feito o score de eficiência para os subgrupos. No subgrupo dos países da OCDE europeus viu-se que a Alemanha, o Reino Unido e a França são os países mais eficientes em termos de registo de patentes, estes países mostram percentagem de eficiência entre os 89% e os 96%. Os países menos eficientes voltam a ser são a Estónia, o Luxemburgo e a Islândia.

No subgrupo dos países da OCDE não europeus, os países que mostram ser mais eficientes a registar patentes são o Israel, com 90% de eficiência, os Estados Unidos da América, com 89% de eficiência, e o Japão, com 67% de eficiência. Os países menos eficientes são o Chile, a Nova Zelândia e a Austrália, com percentagens de eficiência abaixo dos 10%.

No subgrupo dos países que não são da OCDE a China é o país mais eficiente a patentear com 87% de eficiência e o país menos eficiente é Singapura que apresenta uma percentagem nula em termos de eficiência ao registar patentes.

Quando se analisa os scores de eficiência da amostra global mas para a situação pré e pós crise observa-se que os três países mais eficientes, em termos de registo de patentes, e que estão no topo da tabela nos dois períodos em análise são a China com 100% de eficiência nos dois momentos em análise, a Alemanha, com 98% de eficiência antes da crise e 97% depois da crise, e os Estados Unidos da América, com 98% de eficiência antes da crise e 96% depois da crise. Em relação a estes dois últimos países pode-se observar que depois da crise a sua eficiência ao patentear diminuiu ligeiramente.

Observa-se que a Itália e o Reino Unido, que ocupavam o quarto e quinto lugares antes da crise, desceram para o sexto e sétimo lugar, respectivamente, depois da crise, dando lugar à França e ao Japão.

Tal como os países que lideram a tabela, os dois países que se encontram no fim da mesma não mudam de posição quando se passa de antes da crise para depois, Luxemburgo em trigésimo nono lugar e a Islândia no último lugar.

Em relação à pré e pós crise mas em relação aos países da OCDE conclui-se que os Estados Unidos da América é o país da OCDE que está no topo do score de ineficiência tanto antes como depois da crise, a sua percentagem de eficiência ao patentear diminui ligeiramente de um período para o outro de 93% para 89%. Israel que se encontrava em segundo lugar antes da crise com uma percentagem de eficiência de 88%, teve uma queda drástica para o vigésimo lugar e a sua percentagem passou a ser 9% de eficiência, o que pode ser um sinal que Israel se ressentiu severamente com a crise. A Alemanha, que estavam em terceiro lugar antes da crise, subiu para segundo, aumentando a sua percentagem de eficiência de 86% para 89%.

No fim da tabela continuam a aparecer, tanto antes como depois da crise, o Luxemburgo e a Islândia com eficiência em patentear nula, a Estónia aumentou ligeiramente a sua eficiência em termos de registo de patentes depois da crise para 2%.

Por fim, foi feita uma pequena caracterização dos 3 países mais eficientes e aos 3 países menos eficientes em termos de produção de conhecimento refletido no registo das patentes. Esta caracterização tem por base um pequeno texto introdutório sobre o país e depois a análise, no período em análise, 2000 a 2010, das variáveis de caracterização escolhidas inicialmente, despesas governamentais, despesas de saúde, exportações e importações, população ativa, emprego e desemprego.

Dessa caracterização⁵ conclui-se, em termos gerais, que em relação aos 6 países em análise, eficientes e menos eficientes, o Luxemburgo é o país que

⁵ Consultar Gráficos 41 a 47 em Anexo

mais despesas governamentais per capita regista e os Estados Unidos da América são os que mais despendem no sector da saúde.

A China é o país que mais população ativa regista, mais emprego e mais desemprego também, possivelmente devida à grande manta populacional que existe na China. Por outro lado, este país é o que menos despende em termos governamentais e de saúde, é também o país que menos importa e menos exporta, provavelmente porque a sua capacidade de produção interna é tão grande que não existe a necessidade, nem de comprar nem de vender, produtos a outros países.

O Luxemburgo e a Estónia são os países que menores valores registam em termos de população ativa, a Alemanha regista o menor número em termos de emprego.

Em termos de desemprego, o Luxemburgo e a Estónia são os que apresentam os menores, logo melhores, valores, possivelmente porque estes países têm uma densidade populacional muito baixa.

Conclui-se então que nos tempos mais frágeis para uma nação é necessário mais investimento e incentivo para que a produção de conhecimento continue a crescer e que se torne cada vez um instrumento poderoso para o crescimento e desenvolvimento da nação.

A partir deste estudo e como perspectiva futura tem-se com o objectivo estudar a inovação e produção de conhecimento nas regiões portuguesas, depois de ter sido feita, neste trabalho, uma análise mundial foi motivada a curiosidade para estudar em termos mais específicos, Portugal.

Bibliografia

Adams, K. (2006). "The Sources of Innovation and Creativity". National Center on Education and the Economy.

Andreassi, T. Albuquerque, E. Macedo, P. e Sbragia, R. (1998). "Relação entre Inovação Tecnológica e Patentes: O Caso Brasileiro". Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, São Paulo Brasil.

Afriat, S. N. (1972). "Efficiency Estimation of a Production Function", International Economic Review, 13 (3), pp. 568-598.

Aigner, D. J., Chu, S. F. (1968). "On Estimating the Industry Production Function". The American Economic Review, Vol. 58, Nº4.

Aigner, D. J., Lovell, C. A. K. e Schmidt, P. (1977). "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models". Journal of Econometrics, 6, pp. 21-37.

Álvarez, A. Corral, J. e Fernández, A. (2009). "Modeling Regional Heterogeneity With Panel Data: With Application To Spanish Provinces". Departamento de Economía, Facultad CC. Económicas, Oviedo.

Battese, G.E. e Broca, S.S. (1993). "A Stochastic Frontier Production Functions Incorporating a Model for Technical inefficiency Effects." Journal of Productivity 69.

Battese, G.E. e Broca, S.S. (1997). "Functional Forms of Stochastic Frontier Production Functions and Models for Technical inefficiency Effects: A comparative Study for Wheat Farmers in Pakistan", Journal of Productivity Analysis, 8:4, pp. 395-414.

Battese, G.E. e Coelli, T. J. (1988). "Prediction of Firm Level Technical Inefficiencies with a Generalised Frontier Production Function and Panel Data", Journal of Econometrics, 38, pp. 387-399.

Battese, G. E. e Coelli, T. J. (1992). "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data; With Application to Paddy Farmers in India", Journal of Productivity Analysis, 3, pp. 149-169.

Battese, G. E. e Coelli. T. J. (1995). "A Model for Technical Inefficiency Effects in Stochastic Frontier Production Function for Panel Data". Empirical Economics, 20, pp. 325-332.

Battese, G. E. e Corra G. S. (1977). Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone off Eastern Austrália”, Australian Journal of Agricultural Economics, 21:3, pp.79-169.

Beke, T. E. (2005). “African Economic Conference, Quality of institutions and manufacturing sector performance in Africa”. Université de Cocody.

Belotti, F., Daidone, S., Ilardi, G., e Atella, V. (2012) “Stochastic frontier analysis using Stata”. Centre for Economic and International Studies, Research Paper Series Vol. 10, Issue 12, No. 251.

Bianchini, L. (2012). “Municipal Spending And Urban Quality Of Life: A Stochastic Frontier Analysis”. Universidade de Pavia.

Boisvert, Richard N. (1984). “The Translog Production Function: Its Properties, Its Several Interpretacion and Estimation Problems”. New York State College of Agriculture and Life Sciences.

Bosa, J. W. B, Lamoeb, R. C. R. e Sandesb, C. M. (2012). “Producing innovations: Determinants of innovativity and efficiency”. University School of Business and Economics, Netherlands, Germany.

Broeck et. al. (1994). “Stochastic Frontier Models : A Baysiane Prespective.” Journal of Econometrics, Vol. 61, issue 2, pp. 273-303.

Brudtland, Gro Harlem (1987), “Report of the World Commission on Environment and Development – *Our Common Future*” .

Cameron, A. (2007). “Panel data methods for microeconometrics using Stata”. University of California.

Carvalho, L.C., Serio, L.C., Vasconcellos, M.A. (2012). “Competitividade Das Nações: Análise Da Métrica Utilizada Pelo World Economic Forum”. World Economic Forum.

Chiara Franco, Fabio Pieri e Francesco Venturini (2012). “Product market regulation, knowledge frontier and efficiency”.

Chiara Franco, C. e Leoncini, R. (2011). “Measuring China's innovative capacity.A stochastic frontier exercise ”. Paper presented at the DRUID 2011.

Cobb, C. W, e Douglas, P. H. (1928). "A Theory of Production". American Economic Review, Papers and Proceedings, 28, pp. 139-165.

Coelli, T. J. (1995). "Recent Developments In Frontier Modelling And Efficiency Measurement." Australian Journal of Agricultural Economics, Vol. 39, Issue 3, pp. 219–245.

Coelli, T. J. (1996a). "A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Frontier Production Function Estimation". CEPA Working Paper 96/07, Department of Econometrics, University of New England, Armadale, Austrália.

Coelli, T. J. O'Donnel, C., Prasada, R. e Battese, G. E. (1998). " An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis". Kluwer Academic Press.

Coelli, T., Estache, A. e Trujillo, O. (2003). "Development Studies". Worl Bank Institute.

Constantin, P. Diogenes Leiva Martin, D. e Rivera, E.(2009). "Cobb-Douglas, Translog Stochastic Production Function and Data Envelopment Analysis in Total Factor Productivity in Brazilian Agribusiness". The Flagship Research Journal of International Conference of The Production and Operations Management Society Volume 2• Number 2.

Cornwell, C. e Schmidt, P. (1996). "Production Frontiers and Efficiency Measurement". The Econometrics of Panel Data, Advanced Studies in Theoretical and Applied Econometrics, Vol. 33, pp. 845-878.

Cornwell, C., Schmidt, P. e Sickles, R.C. (1990). "Production Frontiers with Cross-Sectional and Time-Series Variation in Efficiency Levers". Journal of Econometrics, 46, pp. 185-200.

Daraio, C. Simar, L. (2007). "Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis". Methodology and Applications Series: Studies in Productivity and Efficiency 2007, XXII, pp. 248

Débora Gaspar Feitosa, D. G. (2009). "Três EnsaioS Sobre Crescimento Econômico Na América Latina E Brasil". Faculdade De Economia, Administração, Atuária, Contabilidade E Secretariado, Fortaleza

Farrel, M. J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency". Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 120 3: pp. 253-290.

Fenn, P., Stephen Diacon, S., e Tanaka, P. K. (2010). "Market Structure and the Efficiency of European Insurance Companies: a Stochastic Frontier Analysis". KPMG Business Measurement Research Program.

Franco, F., e Fortuna, M. (2003). "O Método De Fronteira Estocástica Na Medição Da Eficiência Dos Serviços Hospitalares: Uma Revisão Bibliográfica". Associação Portuguesa de Economia da Saúde, Documento De Trabalho N.O 2.

Franco, C., Pieri, F. e Venturini, F. (2013). "Product market regulation, knowledge frontier and efficiency". O.E.C.D. (Organisation for Economic Co-operation and Development).

Fua, X., e Yangb, Q. G. (2007). "Exploring the cross-country gap in patenting: A Stochastic Frontier Approach". University of Oxford, Queen Elizabeth, New Zealand Research Policy 38, 1203–1213.

Fuente, A. e Domenech, R. (2001). "Technology, Education, and Economics Growth, Schooling Data, Tecnological Diffusion, and The Neoclassical Model. American Economic Association.

Gannon, B. (2005). "Testing for Variation in Technical Efficiency of Hospitals in Ireland". Research Programme on Health Services, Health Inequalities and Health and Social Gain Working Paper No. 20.

Greene, W. H. (1980a). Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier, Journal of Econometrics, 13:1, (Maio), pp. 27-56.

Greene, W. H. (1980b). "On the Estimation of a Flexible Frontier Production Model". Journal of econometrics 13, pp. 101-115.

Greene, W. H. (1986). "Comment on "Frontier Production Functions"". Economet Rev, 4: 335-338.

Greene, W. H. (1990). "A Gamma-Distributed Stochastic Frontier Model" Journal of Econometrics, 46:1/2, pp. 141-164.

Greene, W. H. (1993a). "The Econometric Approach to Efficiency Analysis", em Fried, H., Lovell, C.A.K. e Schmidt, S. S. (eds).

Greene, W. H. (1993b). "Frontier Production Functions", EC-93-20. Stern School of Business, New York University.

Greene, W. H. (1997). "Frontier Production Functions", em Pesaran, M. H. e Schmidt, P., eds., *Handbook of Applied Econometrics, Volume II: Microeconomics*. Oxford: Blackwell Publishers, Ltd.

Greene, W. H. (2000). "Econometric Analysis". New Jersey: Prentice Hall International, Inc.

Greene, W. H. (2002). "Alternative Panel Data Estimators for Stochastic Frontier Models". Department of Economics, Stern School of Business, New York University.

Greene, W. H. (2002). "Alternative Panel Data Estimators for Stochastic Frontier Models". Department of Economics, Stern School of Business, New York University.

Greene, W. H. (2003) "Distinguishing Between Heterogeneity and Inefficiency: Stochastic Frontier Analysis of the World Health Organization's Panel Data on National Health Care Systems". Department of Economics, Stern School of Business, New York University.

Greene, W. H. (2004). "Reconsidering heterogeneity in panel data estimators of the stochastic frontier model". *Journal of Econometrics* 126 (2005) 269–303.

Greene, W. H. (2005). "Efficiency of Public Spending in Developing Countries: A Stochastic Frontier Approach". Stern School of Business, New York University.

Griliches, Z. (1990). "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey". *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVIII, pp. 1661-1707.

Han, C. Orea, L. e Schmidt, P. (2004) "Estimation of a panel data model with parametric temporal variation in individual effects" *Journal of Econometrics*. 126 (2005) pp.241–267.

Hassan, S. e Ahmad, B. (2005). "Stochastic Frontier Production Function, Application and Hypothesis Testing" *International Journal Of Agriculture & Biology* 1560–8530/2005/07–3–427–430.

Henriques, P. D., Carvalho, M. L. S., Costa, F. Pereira, R. e Godinho, M. L. F. (2009). "Caracterização E Eficiência Técnica De Explorações Vitícolas Da Região Alentejo". *Ciência Téc. Vitiv.* 24 (2)

Horrace, WC. e Schmidt, P. (1996). "Confidence Statements .for Efficiency Estimates from Stochastic Frontier Models". *Journal of Productivity Analysis*, vol.7, pp. 257-282.

Horrace, WC. e Schmidt, P. (2000). "Multiple Comparisons with the Best, with economic applications". *Journal of Applied Econometrics*, vol.15, pp.1-26.

Hausman, J. A. e Taylor, W. E. (1981). "Panel Data and Unobservable Individual Effects". *Econometrika* 49, pp. 1377-1398.

Huang Liu (1994). "The measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth". Oxford University Press.

Imori, D. (2011). "Eficiência Produtiva Da Agropecuária Familiar E Patronal Nas Regiões Brasileiras". Faculdade De Economia, Administração E Contabilidade Departamento De Economia, São Paulo.

Jaap W.B. Bos, Ryan C.R. van Lamoen, Mark W.J.L. Sanders (2011). "Producing innovations: Determinants of innovativity and efficiency". *Journal of Economic Growth*.

Jondrow J. Lovell, C. A-K Materov, Z. e Schmidt, P. (1982). "On the Estimation of Technical Efficiency the Stochastic Frontier Production Function Model". *Journal of Econometrics* 19, pp. 233-238.

Kallas, Z., e Lambarraa, F. (2010). "Technical efficiency and firm exit in the wine and meat sector: Policy implications". *New Medit*, nº 2.

Karagiannis, G., Tzouvelekas, V. (2009). "Parametric Measurement of Time-Varying Technical Inefficiency: Results from Competing Models". University of Ioannina, Greece.

Kates, R. W., Parris, T. M., e Leiserowitz A. A. (2005). "Environment: Science and Policy for Sustainable Development". Volume 47, Number 3, pages 8–21.

Keller, W. (2004). "International Technology Diffusion" National Bureau of Economic Research Centre for Economic Policy Research, *Journal of Economic Literature*.

Keller, W. (2010). "Geographic Localization Of International Technology Difusion". National Bureau Of Economic Research.

Keng, S. H., Li, Y. (2009). "Decomposition of total factor productivity in world health production: stochastic frontier approach" Department of Applied Economics, National University of Kaohsiung, Taiwan.

Kim, H.Y., Clarke, R. (1988). "Economies of Scale and Scope in Water Supply Regional Science and Urban Economics, 18, pp. 479-502.

Kodde, D. Palm, F. (1986). "Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions". *Econometrica*, Volume 54, Issue 5, pp. 1243-1248.

Kumbhakar, S. C. (1987). "The specification of technical and allocative inefficiency in stochastic production and profit frontiers," *Journal of Econometrics*, Elsevier, vol. 34(3), pp. 335-348.

Kumbhakar, S.C. (1990). "Production Frontiers, Panel Data and Time-Varying Technical inefficiency", *Journal of Econometrics*, 46, pp. 201-212.

Kumbhakar, S. C., Ghosh, S., and McGuckin, J. T. (1991). "A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in U.S. dairy farms". *Journal of Business & Economic Statistics*, 9(3):279–286.

Kumbhakar, S. C. e Hjalmarrsson, L. (1995). "Labour-Use Efficiency in Swedish Social Insurance Offices," *Journal of Applied Econometrics*, John Wiley & Sons, Ltd., vol. 10(1), pp. 33-47.

Kumbhakar, S.C. e Lovell, C. A K (2000). "Stochastic Frontier Analysis" Cambridge University Press.

Lee, Y. H. e Schmidt, P. (1993). "A Production Frontier Model with Flexible Temporal Variation in Technical inefficiency", em Fried, H. o., Lovell, C.A.K. e Schmidt, S. S. (Eds.), "The Measurement of Productive Efficiency". Techniques and Applications, Oxford University Press, New York, pp. 237-255.

Loures, A. R.(2013). "Eficiência Econômica Da Agropecuária Nos Municípios Mineiros, 1996 E 2006, Medida Pela Análise Da Fronteira Estocástica (SFA) E Pela Análise Envolvente De Dados (DEA)". Pontifícia Universidade Católica Do Rio Grande Do Sul Faculdade DE Administração, Contabilidade E Economia Programa De Pós-Graduação Em Economia Porto Alegre.

Lovell, C. A. K. e Beghin, J.C. (1993). "Trade and Efficiency Effects of Domestic Content Protection: The Australian Tobacco and Cigarette Industries". *The Review Economic and Statistics*, pp. 623.

Luciano Castro de Carvalho, L. C., Serio, L. C. e Vasconcellos, M. A. (2012). "Competitividade Das Nações: Análise Da Métrica Utilizada Pelo World Economic Forum". RAE, São Paulo Vol. 52 nº. 4.

Magalhães, M. M., Filho, H. M. S., Sousa, M. R., Silveira, J. M. e Buainain, A. M. (2011). "Land Reform in NE Brazil: a stochastic frontier production efficiency evaluation". RESR, Piracicaba, Sp, Vol. 49, nº1, pp. 9-30.

Mastromarco, C. (2008). "Stochastic Frontier Models". Department of Economics and Mathematics- Statistic, University of Salento.

Mendes, Armando, L. D. G. Soares da Silva, Emiliania, Azevedo Santos, Jorge M. (2013). "Efficiency Measures in the Agriculture Sector". pp. 13-35. Springer.

Meeusen, W. and van den Broeck, J. (1977). "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error". International Economic Review, Vol. 18, issue 2, pp. 435-44.

Missio, F., Jacobi, L. (2007). "Variáveis dummy: especificações de modelos com parâmetros variáveis". Ciência e Natura, UFSM, 29 (1): 111 - 135.

O.E.C.D. (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2005). "The Measurement of Scientific and Technological Activities": Guidelines For Collecting And Interpreting Innovation Data. O.E.C.D.

O.E.C.D. (Organisation For Economic Co-Operation And Development) (2012). "Incorporating Green Growth And Sustainable Development Policies Into Structural Reform Agendas". A Report By The Oecd, The World Bank And The United Nations Prepared For The G20 Summit.

Ogloblin, C. (2011). "Health Care Efficiency Across Countries": A Stochastic Frontier Analysis. Applied Econometrics and International Development Vol. 11-1.

Oslo Manual, 3rd Edition. (2005). Guidelines for collecting and interpreting innovation data.

Patel, P. e Pavitt, K. (1998). "NATIONAL SYSTEMS OF INNOVATION UNDER STRAIN: THE INTERNATIONALISATION OF CORPORATE R & D". Science Policy Research Unit Mantell Building University of Sussex Brighton, England.

Pavelescu, F. (2009). "Some aspects of the translog production function estimation". Institute of National Economy, Romanian Academy.

Pires, J. O. e Garcia, F. (2011). "Productivity of Nations: A Stochastic Frontier Approach to TFP Decomposition". Hindawi Publishing Corporation Economics Research International.

Pitt, M., e Lee, L.F. (1981). "The Measurement of Sources of Technical inefficiency in the Indonesian Weaving industry". Journal of Development Economics, 9, pp. 43-64.

Pollock, R. (2009). "Exploring Patterns Of Knowledge Production". University Of Cambridge.

Prasada, R. "Efficiency and Productivity Measurement: Stochastic Frontier Analysis" School of Economics The University of Queensland, Austrália.

Quintairos, P. (2012). "Desenvolvimento, inovação e produção de conhecimento". Latin American Journal of Business Management.

Rebello, João. (1993). "Estimação da eficiência produtiva das Adegas Cooperativas da Região Demarcada do Douro": "Método Estatístico Estocástico". Economia, vol.XVII, N°1.

Reyna, O. (2003). "Linear Regression". Princeton University.

Reyna, O. (2007) "Panel Data Analysis Fixed & Random Effects using Stata".

Reifschneider, D. and Stevenson, R. (1991). Systematic departures form the frontier: A framework for the analysis of firm inefficiency. International Economic Review, 32(3):715–723.

Richmond, J. (1974). "Estimating the Efficiency of Production". International Economic Review, Vol. 15 pp. 515-21.

Rossi, MA. (2001). "Technical Change and Efficiency Measures; The post-Privatisation in the Gas Distribution Sector in Argentina". Energy Economics, 23 (3), pp. 295-304.

Sampaio, A. (1997) "Eficiência na Indústria Vinícola Alentejana: Uma Análise Paramétrica." Tese de Mestrado de Matemática Aplicada à Economia e à Gestão. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto de Economia e Gestão.

Sampaio, A. (2006). "Meditation de la Eficiencia en el Servicio Publico de Distribucion de Agua en Portugal." Doutoramento Europeu. Universidade da Extremadura, Espanha.

Sara Moreira, S. (2008). Análise da Eficiência dos Hostipais- Empresa". Boletim Económico, Banco de Portugal.

Schmidt, Frank L., (1996). "Statistical significance testing and cumulative knowledge in psychology: Implications for training of researchers." Psychological Methods, Vol 1(2), pp. 115-129.

Schmidt, P. e Sickles, R. (1984). "Production Frontiers and Panel Data", Journal of Business and Economic Statistics, 2, pp. 367-374.

Schmidt e Lovell, C. A. K. (1980). "Estimating Stochastic Production and Cost Frontiers when Technical and Allocative inefficiency are Correlated". Journal of Econometrics, 13, pp. 83- 100.

Serrato, E. (2006). "Fronteiras Paramétricas de Eficiência para o Segmento de Transmissão de Energia Elétrica no Brasil". Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, Brasília.

Shanbhag, S. (2006). "Alternative Models of Knowledge Production: a Step Forward in Information Literacy as a Liberal Art". The College of New Jersey.

Shao-Hsun Keng e Yang Li (2010). "Decomposition of total factor productivity in world health production: a stochastic frontier approach". Applied Economics 2010.

Sickles, R. (2004). "Panel estimators and the identification of firm-specific efficiency levels in parametric, semiparametric and nonparametric settings". Journal of Econometrics 126 (2005) 305–334.

Silva, A. B. (2004). "Ensaio Empíricos Sobre Produtividade e Crescimento Econômico Com o Uso Da Abordagem Da Fronteira Estocástica De Produção". Universidade Federal Do Ceará Curso De Pós-Graduação Em Economia, Fortaleza

Silva, R. A. (2008). "Liberdade Política E Sua Influência Na Eficiência Técnica Na América Latina: Uma Abordagem Através Da Fronteira Estocástica". Universidade Federal Do Ceará - Ufc Curso De Pós-Graduação Em Economia, Fortaleza.

Silvane Battaglin Schwengber, S. B. (2006). “Mensurando A Eficiência No Sistema Judiciário: Métodos Paramétricos E Não-Paramétricos”. Faculdade De Economia, Administração, Contabilidade E Ciência Da Informação E Documentação Brasília. Programa De Pós-Graduação Em Economia

Simar, L. (1992). Estimating Efficiencies from Frontier Models with Panel Data: A Comparison of Parametric, Non-Parametric and Semi-Parametric Methods with Bootstrapping”. *Journal of Productivity Analysis*, vol.3, pp. 171-203.

StataCorp (2005). “Stata Longitudinal-Data/Panel-Data Reference Manual Release 13”. A Stata Press Publication StataCorp LP College Station, Texas, USA.

Tarte, E. L. (2012). “Innovation and the development of the Canadian wine industry”. Thesis submitted to the Faculty of Graduate and Postdoctoral Studies in partial fulfillment of the requirements for the MSc degree in Management Telfer School of Management University of Ottawa.

The Stevenson-Wydler Technology Innovation Act of 1980 (Pub.L. 96–480) (94 Stat. 2311)

Thean, L. G., e Harron, M. (2012). “Measuring Technical Efficiency of Malaysian Paddy Farming: An Application of Stochastic Production Frontier Approach”. *Journal Of Applied Sciences* 12 (15): 1602-1607.

Timmer, C. P. (1971). “Using Probabilistic Frontier Production Function to Measure Technical Efficiency”. *Journal of Political Economy*, Vol. 79, pp. 776-794.

U.N.E.C.E. (United Nations Economic Commission, for Europe) O.E.C.D. (Organisation for Economic Co-operation and Development), Eurostat. (2008). “Measuring Sustainable Development”. Working Group on Statistics for Sustainable Development. United Nations New York and Geneva.

Way, A. (2003). “Controlled Generation in Example-Based Machine Translation”. MT Summit IX, New Orleans, LO. (with N. Gough), pp.133-140.

Winsten, C. B. (1957). Discussion on Mr. Farrell’s paper. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A* 120(3):282–284.

Xiaolan Fu, Qing Gong Yang (2009). “Exploring the cross-country gap in patenting: A Stochastic Frontier Approach”. *Journal Elsevier*.

Xu, B. (2000). "Multinational enterprises, technology diffusion, and host country productivity growth". *Journal Of Development Economics*, Vol. 62, p. 477-493.

Zaimova, D., Genchev, E. e Momchilov, H. (2012). "Efficiency and Social Impact of Public Policies and Third Sector Practices in Bulgaria". *International Review of Social Research*, Volume 2, Issue 2, 125-140.

Zellner, A. e Revankar, N. (1969) "Generalized Production Functions". *The Review Economic Studies*, 36(2), pp. 241-250.

Zi et. al. (1998). "A Flavonoid Antioxidant, Silymarin, Inhibits Activation of erbB1 Signaling and Induces Cyclin-dependent Kinase Inhibitors, G 1 Arrest, and Anticarcinogenic Effects in Human Prostate Carcinoma DU145 Cells". *Cancer Research* 58.

Zilli, J. B. e Barros, G. C. (2006). "Eficiência econômica na produção de frangos de corte na região Centro-Oeste: uma análise estocástica". *GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas – Ano 2, no 1*, p. 71-83.

Anexos

Tabela 25 - Variação Within e Between

Variable		Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations	
id	overall	20.5	11.55654	1	40	N =	440
	between		11.69045	1	40	n =	40
	within		0	20.5	20.5	T =	11
year	overall	6	3.165877	1	11	N =	440
	between		0	6	6	n =	40
	within		3.165877	1	11	T =	11
Patentes	overall	.3843097	2.093318	-4.024222	4.775341	N =	440
	between		2.090986	-3.107879	4.596903	n =	40
	within		.3306804	-.9697598	1.531144	T =	11
Trend	overall	0	3.165877	-5	5	N =	440
	between		0	0	0	n =	40
	within		3.165877	-5	5	T =	11
RDEt	overall	.1090998	1.442027	-3.486134	2.020065	N =	440
	between		1.443595	-2.577995	1.779692	n =	40
	within		.2072378	-.7990396	.9342316	T =	11
RDEt1	overall	.1142291	1.468193	-4.264314	1.98578	N =	440
	between		1.468732	-2.756844	1.820628	n =	40
	within		.2180718	-1.39324	.988963	T =	11
GERDt	overall	.1118548	1.455943	-4.217051	2.02198	N =	440
	between		1.455927	-2.773451	1.826949	n =	40
	within		.2198446	-1.331745	.9568054	T =	11
GERDt1	overall	.1190559	1.489708	-5.242982	2.079699	N =	440
	between		1.48633	-3.022297	1.844569	n =	40
	within		.2457129	-2.101629	1.196507	T =	11
BERDt	overall	.1758932	1.710841	-7.379032	2.478961	N =	440
	between		1.697921	-3.609074	2.196992	n =	40
	within		.3312255	-3.594064	1.585169	T =	11
BERDt1	overall	.1811185	1.732733	-7.325555	2.474045	N =	440
	between		1.720405	-3.716447	2.232289	n =	40
	within		.3316466	-3.42799	1.656396	T =	11
FDIin	overall	.1106232	1.556956	-4.368547	5.530548	N =	440
	between		1.363792	-2.161242	3.880426	n =	40
	within		.7788128	-2.855387	2.428909	T =	11
FDIout	overall	.2420676	2.229673	-7.353187	7.039018	N =	440
	between		2.125088	-3.645967	6.561693	n =	40
	within		.7472023	-3.916847	2.565081	T =	11
HEERD	overall	.1401561	1.470199	-4.095045	2.091078	N =	440
	between		1.449581	-3.221841	1.875671	n =	40
	within		.3287338	-1.746961	2.198744	T =	11
RSC	overall	.3249513	1.384528	-6.581746	1.873201	N =	440
	between		1.39135	-6.581746	1.650208	n =	40
	within		.1586216	-.1533453	.9033207	T =	11
VA	overall	.010298	.2730165	-1.408553	.2566085	N =	440
	between		.2737465	-1.266961	.2072136	n =	40
	within		.0361645	-.1312946	.2635135	T =	11
TRM	overall	.0113073	.290644	-1.220837	.337915	N =	440
	between		.2840717	-.9600521	.3087237	n =	40
	within		.0749359	-.3076661	.2428308	T =	11

GE	overall	.0058075	.2194948	-.7341119	.310396	N =	440
	between		.218671	-.5670204	.2579303	n =	40
	within		.0380819	-.161284	.1419742	T =	11
RQ	overall	.0050361	.201829	-.8213109	.2628586	N =	440
	between		.1993917	-.6401602	.2078779	n =	40
	within		.0433996	-.1761146	.4020088	T =	11
RL	overall	.0087762	.2646859	-.915989	.2706398	N =	440
	between		.265887	-.7733888	.2575122	n =	40
	within		.0311948	-.1338239	.2241977	T =	11
CC	overall	.0107971	.2967816	-.8976716	.3834653	N =	440
	between		.2967572	-.7803927	.3594094	n =	40
	within		.0449505	-.2526021	.1556636	T =	11
CC	overall	.0107971	.2967816	-.8976716	.3834653	N =	440
	between		.2967572	-.7803927	.3594094	n =	40
	within		.0449505	-.2526021	.1556636	T =	11

Análise Global da Caracterização dos 6 Países Mais/Menos Eficientes

Gráfico 45 - Despesas Governamentais Efetuadas pelos 6 Países em Análise

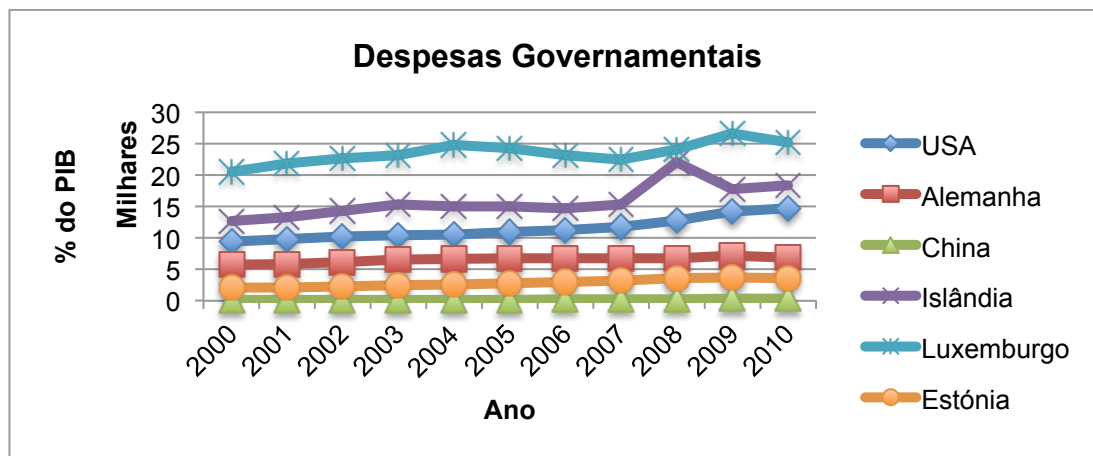


Gráfico 46 - Despesas em Saúde Efetuadas pelos 6 Países em Análise

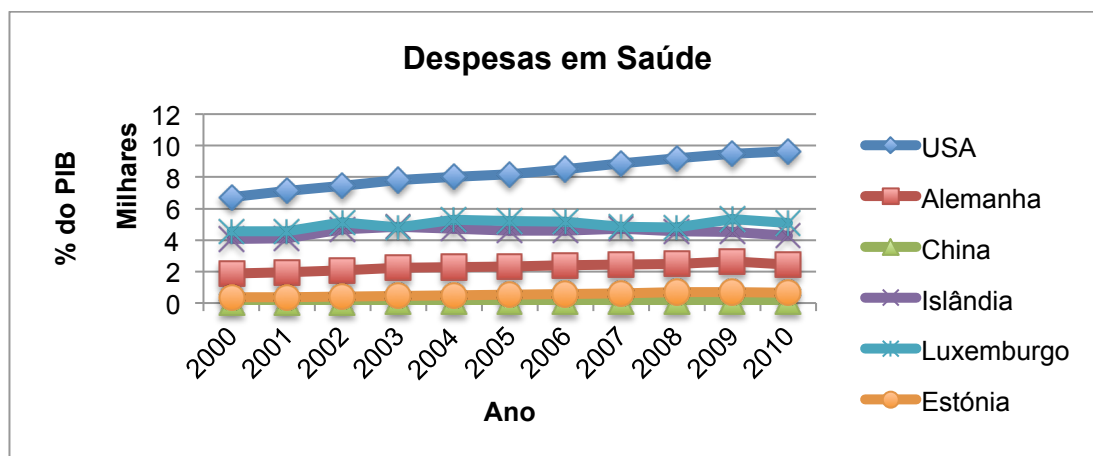


Gráfico 47 - Exportações Registadas nos 6 Países em Análise

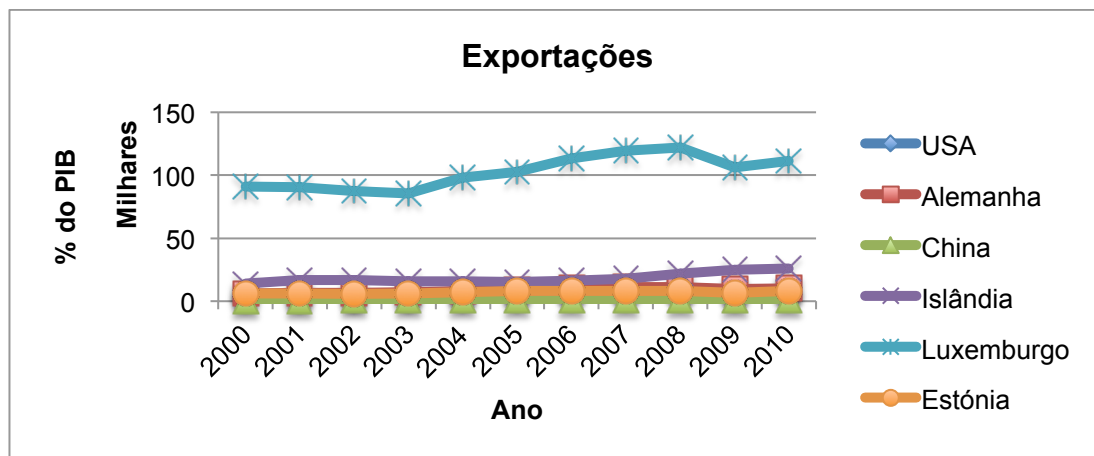


Gráfico 48 - Importações Registadas nos 6 Países em Análise

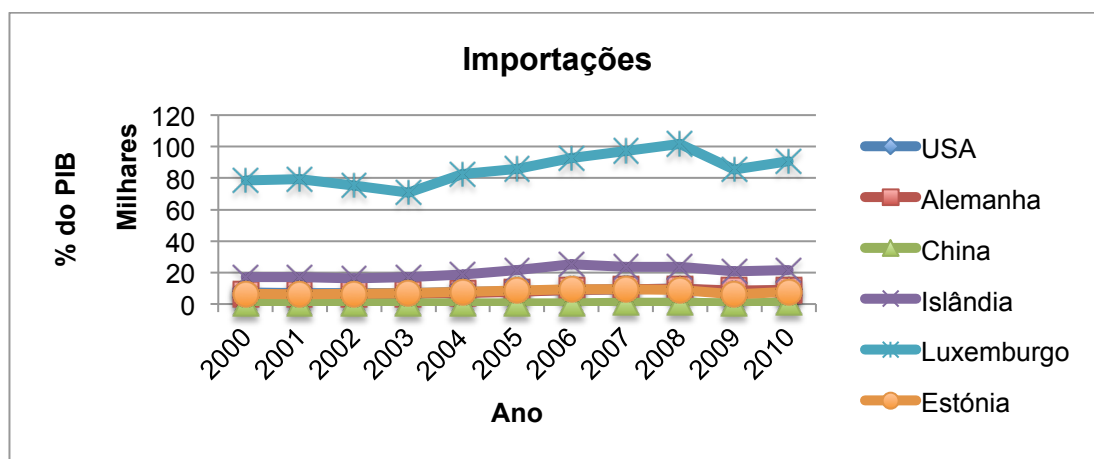


Gráfico 49 - População Ativa Registada nos 6 Países em Análise

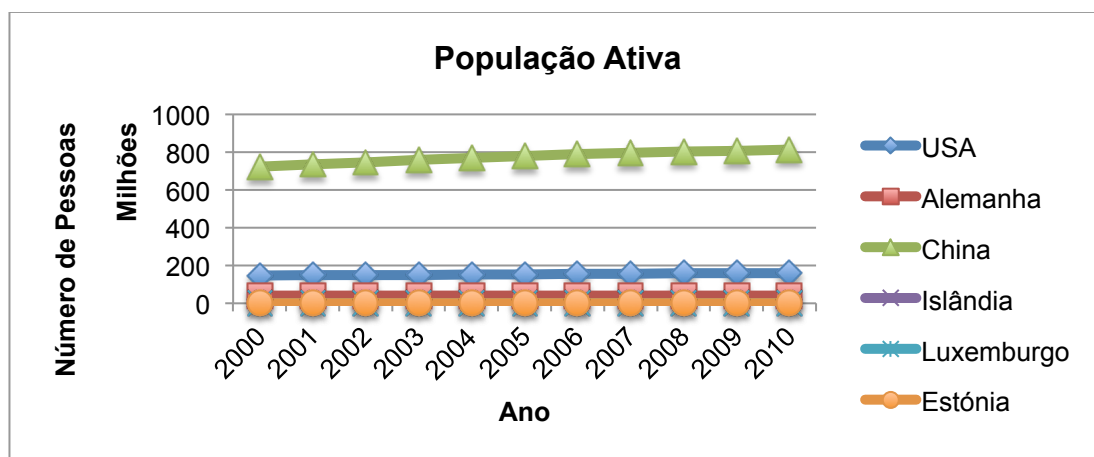


Gráfico 50 - Emprego Registrado nos 6 Países em Análise

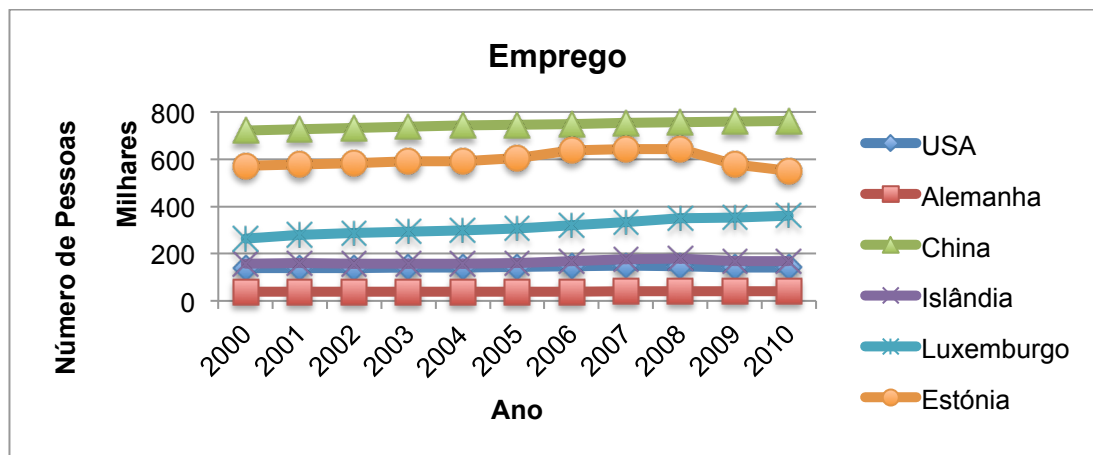


Gráfico 51 - Desemprego Registrado nos 6 Países em Análise

