



**O CRESCIMENTO DA ECONOMIA PORTUGUESA, APÓS A
ADESÃO À CEE: ANÁLISE DO CONTRIBUTO DO
INVESTIMENTO EM I&D**

por

Elsa Ivone Pires de Dias Marques

Dissertação de Mestrado em Economia e Gestão da Inovação

Faculdade de Economia, Universidade do Porto

Orientado por:

Óscar João Atanázio Afonso

Setembro, 2014

Nota Biográfica

Elsa Ivone Pires de Dias Marques nasceu a 14 de Setembro de 1988 na cidade do Porto.

Foi estudante da Universidade de Aveiro, no Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, tendo concluído a sua licenciatura em Gestão e Planeamento em Turismo em Setembro de 2010.

Após a sua conclusão, de forma a adquirir mais conhecimentos nas áreas de interesse, em 2011 iniciou o Mestrado em Economia e Gestão da Inovação na Faculdade de Economia do Porto, procurando especialização nas áreas de Crescimento Económico e Inovação.

A nível profissional, Elsa foi Agente de Viagens numa loja Geostar, na empresa RASO – Viagens e Turismo, S.A, desde Novembro de 2010 até Outubro de 2011. Desde então a Elsa assumiu funções de gestão de processos de viagens, na empresa Sonae Center Serviços II, integrando numa equipa de suporte ao negócio das lojas Geostar.

Agradecimentos

Apesar da sua simplicidade, esta dissertação dificilmente teria sido possível sem a colaboração dos que me rodeiam. Deixo algumas palavras de sincero agradecimento.

Primeiramente, tenho de prestar o meu mais profundo agradecimento ao meu orientador, o professor Óscar Afonso, por ter identificado potencial num trabalho realizado no âmbito da disciplina de Crescimento Económico e ter sugerido o desenvolvimento do tema. O professor disponibilizou-se de imediato para ser o meu orientador neste trabalho e, sempre que possível, esteve disponível para me ajudar. O professor Óscar foi uma verdadeira referencia para mim e é um profissional que admiro.

Gostaria, igualmente, de prestar o meu mais sincero agradecimento ao Alexandre Almeida que abraçou este trabalho sem hesitação, tendo sido a pessoa que me ajudou na elaboração dos modelos de regressão, tendo dado uma breve formação sobre o programa *Eviews* e todas as dicas para a melhor e mais correta apresentação e análise dos resultados. Igualmente todo o seu apoio incansável para ajudar a terminar este trabalho. Agradeço toda a ajuda, a paciência, o tempo investido, os conselhos valiosos partilhados e todo o carinho na minha co-orientação informal pelo simples gosto de ajudar e ensinar.

A todos os professores do Mestrado em Economia e Gestão da Inovação pelo que me ensinaram. De uma forma ou de outra, o seu saber transmitido nas aulas foi incorporado, possibilitando dar forma a este trabalho.

Numa perspectiva mais pessoal, agradeço à minha família que, apesar do tempo que não estive tão disponível, à sua maneira sempre me apoiaram, acreditaram, motivaram e deram força para continuar e vencer as dificuldades e dúvidas.

Presto o meu agradecimento a uma pessoa muito especial, Ricardo, por toda a motivação, conselhos, orientação e carinho. Sem ele e sem o seu apoio, não teria evoluído e vingado profissional e pessoalmente, tal como tem sido até hoje e não teria conseguido completar esta tese da mesma forma.

Por fim, agradeço também ao meu amigo José Braga por acreditar neste tema que propus no âmbito da disciplina de crescimento económico, assim como agradeço ao

meu amigo Carlos Estevão pelas lembranças e por toda a ajuda nas burocracias envolvidas.

Abreviaturas utilizadas

I&D: Investigação e desenvolvimento.

OCDE: Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico.

PD: País desenvolvido.

PIB: Produto interno bruto.

PTF: Produtividade total dos factores.

CEE: Comunidade Económica Europeia.

UE: União Europeia.

FBCF: Formação Bruta de Capital Fixo.

GERD: Investimento em Investigação e Desenvolvimento.

pp: Pontos percentuais.

Resumo

O objetivo desta dissertação foi analisar, para um país de periferia europeia, Portugal, o contributo do investimento em Investigação e Desenvolvimento (I&D) para a dinâmica do crescimento económico, no período pós adesão à Comunidade Económica Europeia (CEE); i.e., pós 1986.

Realizou-se uma revisão da literatura relacionada com a evolução do contributo da inovação e da contabilidade, e com o impacto da produtividade total dos fatores na contabilidade do crescimento. Consideraram-se as seguintes variáveis para análise: “Produto Interno Bruto (PIB)”, “População Ativa”, “Importações”, “Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF)”, “Despesa em I&D”, “Despesa do estado em Educação”, “Taxa de investimento total”, “Número de Publicações Científicas”, “Número de Alunos matriculados no Ensino Superior” e “Patentes”, por se entender serem cruciais na determinação do contributo do investimento em I&D para Portugal. Recorreu-se ao método *ordinary least squares* (OLS), utilizando a modelação Hicks-neutral (partindo-se do pressuposto de que o progresso tecnológico melhora a produtividade de ambos os fatores) para elaboração dos modelos de regressão de forma a determinar o impacto das variáveis acima referidas no aumento da produtividade e, assim, para o crescimento económico do país.

O investimento em I&D (0,039669%), as importações (0,1455%), a FBCF (0,113732%), o investimento total (0,06272%), a despesa do Estado em educação (0,075634%) e o número de alunos no ensino superior (0,07575%), revelaram um impacto positivo por cada aumento em um ponto percentual no crescimento económico.

Os resultados do estudo revelam que o investimento em I&D representa um forte contributo para o crescimento económico em Portugal desde a sua integração na CEE.

Palavras-Chave: Crescimento económico; Contabilidade do crescimento; I&D; PTF; Conhecimento tecnológico; Inovação

Abstract

This dissertation aimed to analyze, for a country of the European periphery, Portugal, the contribution of investment in R & D for dynamic economic growth in the period post European Economic Community (EEC) integration, i.e., post 1986.

A thorough literature review on the development of innovation and growth, and on the impact of the total factor productivity (TFP) growth accounting for the economic growth of countries, was conducted. The following variables were considered: "Gross Domestic Product(GDP)", "Active Population", "Imports", "Gross Fixed Capital Formation (GFCF)", "Expenditure on R & D", "Expense of the state in education", "Rate total investment ", " number of Scientific Publications ", " number of students enrolled in higher education "and" Patent ", which are understood to be crucial in determining the contribution of investment in R & D in Portugal after joining the EEC.

The *ordinary least squares* (OLS) technique and Hicks-neutral modelation, (supposing that technological progress improve both factors productivity) were used for development of regression models to determine the impact of the above variables in increasing productivity and thus to economic growth.

The regression models determined the impact of the above variables for economic growth and increased productivity of the country.

The investment in R & D (0,039669%), imports (0,1455%), gross fixed capital formation (0,113732%), total investment (0,06272%), government expenditure on education (0,075634%) and the number of students in higher education (0,07575%) showed a positive impact for every one percentage point increase in economic growth.

This seems to indicate that investment in R & D is a strong contribution to economic growth in Portugal since its integration into the EEC.

Keywords: Economic Growth; Economic Accounting; R&D; FTP; Technology knowledge; Innovation

Índice

Nota Biográfica.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Abreviaturas utilizadas.....	iv
Resumo.....	v
Abstract	vi
Índice.....	vii
Índice de Tabelas	viii
Introdução	1
I. Revisão de literatura: o estado da arte	5
I.1. Modelos de crescimento económico à la Solow e subsequentes	5
I.2. Estudos empíricos que revelam a importância do conhecimento tecnológico para o crescimento	11
II. Dados e Metodologia.....	23
II.1. O modelo base	23
II.2. Descrição da Amostra	24
II.3. Correlações.....	29
II.4. Modelos de Regressão	31
III. Resultados.....	34
IV. Conclusão	41
Referências Bibliográficas	44
Extras.....	48
Anexo 1.....	49
Anexo 2.....	49

Índice de Tabelas

Tabela 1. Estudos de um só país.....	16
Tabela 2. Estudos de conjuntos	18
Tabela 3. Descrição das variáveis	25
Tabela 4. Descrição das variáveis	27
Tabela 5. Correlações.....	30
Tabela 6. Modelos para estimação do PIB	36
Tabela 7. Modelos para estimação do PIB	38
Tabela 8. Modelos para estimação de A (i.e., do progresso técnico)	40

Introdução

Tecnicamente a Inovação tem impacto no crescimento económico desde 1957, quando Robert Solow considerou na sua função de produção neoclássica o termo A como sendo neutro e independente, a que atribuiu o conceito de “alterações técnicas” (Solow, 1957). Hoje é usual chamar-se a esta variável A de progresso técnico.

O impacto desse termo no crescimento, embora reconhecido, tem sido alvo de estudo, crítica e interesse de vários autores ao longo das últimas décadas. Um conjunto significativo de autores procurou explicar e quantificar a influência da inovação no crescimento económico de um país ou região e determinar os fatores associados à existência de Progresso Técnico.

A tecnologia, por definição, corresponde à forma como os fatores (*inputs*) são transformados em produção (*output*), ou seja, a tecnologia tem a ver com a função produção. Em particular, o termo A da usual função produção – que será referido ao longo do trabalho, como nível do conhecimento tecnológico ou o progresso técnico – resulta das inovações obtidas por via das atividades de I&D. Em seguimento desta linha de pensamento, será também, considerada no estudo, a importância do nível de educação e o investimento na mesma.

Podemos pois afirmar que a Teoria do Crescimento Endógeno, ou a Nova Teoria do Crescimento Económico, desenvolvida a partir da segunda metade da década de 1980, veio lançar uma nova luz sobre os mecanismos que governam a dinâmica de longo prazo das economias avançadas.

Até ao surgimento dos trabalhos seminais de autores como Paul Romer (1986; 1990) e Robert Lucas (1988), o pensamento teórico sobre os determinantes do crescimento secular das economias desenvolvidas assentava no postulado da Economia Clássica sobre a acumulação de fatores produtivos, nomeadamente o trabalho e o capital físico.

Contrariando este carácter exógeno, atribuído ao motor do crescimento económico moderno, os pioneiros da Nova Teoria do Crescimento desenvolveram modelos nos quais, sob um enquadramento neoclássico de equilíbrio geral dinâmico, uma economia é conduzida a uma trajetória de crescimento equilibrado por mecanismos internos ao seu próprio sistema económico.

Uma vez criada, uma ideia pode ser utilizada por um número ilimitado de agentes simultaneamente, os quais podem utilizá-la para reproduzir um ou mais bens e serviços num número infinito de vezes, sem que a ideia alguma vez se esgote – o conhecimento é não rival, intra e intertemporalmente. Por outro lado, os agentes que inventam novos produtos ou processos produtivos, podem deles apropriar-se através de patentes e direitos de propriedade intelectual, evitando que outros utilizem as ideias por si criadas, ou cobrando um preço por essa utilização.

Porém, como tanto a extensão da gama dos produtos ou processos abrangidos por direitos de patentes ou outra forma de propriedade industrial, como o período de tempo de vigência dos mesmos não são ilimitados, o conhecimento é exclusivo, mas apenas parcialmente.

Nos modelos seminais de crescimento endógeno, devido a estas características de bem público (impuro) do conhecimento, as atividades dedicadas à produção deste novo fator produtivo geram externalidades positivas (*spillovers*) sobre o resto da economia, que aumentam a eficiência da produção e potenciam o crescimento. Assim, no conjunto dos fatores de produção (trabalho, capital físico e conhecimento), a função de produção agregada apresenta rendimentos crescentes à escala, levando ao crescimento *per capita* do produto no equilíbrio dinâmico da economia. As atividades de I&D levadas a cabo pelas empresas começaram por ser propostas por autores seminais como Romer (1990) e Aghion e Howitt (1992), como um mecanismo gerador de *spillovers* de conhecimento nos países desenvolvidos.

Uma vez que o foco deste trabalho é precisamente o investimento em I&D, considera-se que seja relevante ter em conta o nível de educação dos profissionais que contribuem para o desenvolvimento da I&D em Portugal.

A motivação para a escolha desta questão empírica deve-se à possibilidade de analisar, para um país da periferia europeia como é Portugal, o contributo do investimento em I&D para a dinâmica do crescimento económico no período pós adesão à Comunidade Económica Europeia (CEE); i.e. no período pós 1986. Colocam--se, assim, numa perspetiva integrada, aspetos de ordem financeira do país, de formação e desenvolvimento dos fatores produtivos da economia portuguesa (trabalho e capital, incluindo o progresso tecnológico a ser determinado no capítulo 2).

Neste contexto, recorre-se a diversos indicadores relativos à produtividade como a Despesa em I&D, Número de Alunos no Ensino Superior, Produto Interno Bruto (PIB) a preços constantes, a População Ativa, as Despesa do Estado em Educação, as importações, a formação bruta de capital físico, as patentes e as publicações (a ser desenvolvido no capítulo 2).

Em conformidade com trabalhos já realizados para outras regiões, relacionam-se os resultados ao nível do progresso técnico com variáveis de interesse para o desenvolvimento do progresso técnico, determinando, posteriormente, o contributo concreto do investimento em I&D para o crescimento económico.

Constata-se que as importações tiveram impacto positivo e estatisticamente significativo para o crescimento económico. Essencialmente esta variável é representada pela importação de tecnologia, revelando ter impacto positivo para a Produtividade Total dos Fatores (PTF).

A formação bruta de capital fixo, assim como o investimento total, como *proxies* do contributo do fator capital revelaram, igualmente, ter um impacto positivo para o crescimento económico.

Finalmente, a despesa do Estado em educação e o número de alunos no ensino superior representam fatores com impacto positivo na PTF, traduzindo a importância da melhoria das competências do capital humano para o crescimento económico e melhoria da qualidade produtiva.

No próximo capítulo será desenvolvida uma revisão de literatura abarcando a evolução das teorias do crescimento económico, relativamente ao progresso técnico, desde a teoria de crescimento *standard* neoclássica até teorias mais recentes de crescimento endógeno. Igualmente, tenta-se enquadrar a relação do crescimento económico com a inovação, uma vez que esta é parte integrante do progresso tecnológico. Por fim, elabora-se um breve enquadramento da literatura respeitante à contabilidade do crescimento, uma vez que esta será a ferramenta utilizada para o desenvolvimento da tese. Igualmente, serão expostos alguns estudos empíricos de modo a enquadrar a metodologia utilizada e respetivas conclusões.

No capítulo 2 serão mencionadas as variáveis escolhidas para o desenvolvimento da metodologia, assim como explicação da escolha das mesmas e respetiva análise estatística. Ainda neste capítulo desenvolve-se a metodologia e

procura-se determinar o contributo do investimento em I&D para Portugal após adesão à CEE.

No capítulo 3 elabora-se uma exposição e respetiva explicação dos resultados obtidos no capítulo anterior.

Finalmente, no capítulo 4, serão expostas as conclusões conseguidas e sugestões de possíveis desenvolvimentos complementares.

I. Revisão de literatura: o estado da arte

I.1. Modelos de crescimento económico *à la* Solow e subsequentes

A teoria do crescimento económico constitui um dos temas mais relevantes do estudo da macroeconomia, nomeadamente, ao nível da dinâmica de acumulação de riqueza das economias. A explicação do crescimento económico e das assimetrias entre níveis e dinâmica de crescimento dos países assume uma importância crescente, sendo relevante entender os mecanismos que geram esse crescimento e que podem sustentar o desenvolvimento dos países. Um ponto de vista sobre a natureza do processo de geração de crescimento é o que é fornecido pelos modelos com acumulação de capital físico (Afonso, 2011).

Essa acumulação é a base da teoria neoclássica de crescimento, desenvolvida por Solow (1956), que dominou o pensamento dos economistas acerca do processo de crescimento a longo prazo e as tendências de evolução do rendimento *per capita* por mais de três décadas (Grossman e Helpman, 1993).

Na teoria neoclássica de crescimento económico de Solow (1956), a taxa de acumulação de capital é estabelecida pela taxa de poupança, pela taxa de depreciação do capital e pela taxa de crescimento da população. No modelo original, a economia tenderá para um estado estacionário em que o rácio capital-trabalhador não mais se altera. Nesse estado estacionário, o modelo original de Solow prevê um crescimento nulo. Efetivamente, o processo de transição prevê a convergência para um nível de capital-trabalho, sendo a convergência entre países condicional às suas características estruturais: taxa de poupança, taxa de depreciação do capital e taxa de crescimento da população.

O modelo de Solow original tem como pressupostos uma economia fechada e concorrência perfeita nos mercados, concentrando-se então no processo de criação de capital (Grossman e Helpman, 1993), modelizando a função produção (neoclássica) do tipo Cobb-Douglas, com rendimentos constantes à escala (Grossman e Helpman, 1993), o que implica que a função de produção apresente rendimentos positivos e decrescentes do capital e do trabalho e os limites de K (capital) quando tende para 0 ou para ∞ terão que tender para ∞ e 0, respetivamente, sendo o mesmo verificado em L (trabalho); ou seja, também cumpre as condições de Inada.

Assim, o modelo de Solow base estrutura-se analiticamente da seguinte forma, em termos produtivos:

$$Y = F(K, L) = K^\alpha L^{1-\alpha} \Leftrightarrow \frac{Y}{L} = F\left(\frac{K}{L}, \frac{L}{L}\right) \Leftrightarrow y = f\left(k, 1\right) \quad (1)$$

em que:

K representa a quantidade do fator capital utilizada, L representa a quantidade do fator trabalho, F representa a função de produção, assumindo o tipo Cobb- Douglas com homogeneidade de grau um, ou seja, com rendimentos à escala constantes; o α é a elasticidade do capital, $1-\alpha$ é a elasticidade L e k representa a quantidade do fator capital em termos *per capita*.

Por sua vez em termos de dinâmica de acumulação do fator capital assume que:

$$\dot{K} = s \cdot Y - \delta K = s \cdot f(k) - \delta \cdot k \quad (2)$$

ou seja, a equação do investimento *per capita*, I ; é dada pela poupança em proporção da produção *per capita*, sendo s a taxa de poupança.

Por definição, no estado estacionário: $\dot{K} = 0$, ou seja,

$$s \cdot f(k) - \delta k = 0 \quad (3)$$

Assim, a equação da dinâmica do k é dada pela equação (4), sendo que δ é a taxa de depreciação do capital. Em termos agregados,

$$\dot{K} = I - \delta K = sY - \delta K \quad \frac{\dot{K}}{K} = \frac{sY}{K} - \delta \quad \frac{\dot{K}}{K} = \frac{sY}{K} - \delta \quad \frac{\dot{K}}{K} = \frac{sY}{K} - \delta \quad \frac{\dot{K}}{K} = \frac{sY}{K} - \delta \quad (4)$$

Considerando $n = 1$ e $\hat{n} = 0$, i.e., considerando igual nível (e constante) de capital humano entre trabalhadores, e considerando n a taxa de natalidade.

$$\dot{k} = sy - (\delta + n)k \quad (5)$$

Resulta então em equilíbrio que

$$k^{\alpha} - (\delta + n)k = \frac{s}{\delta + n} = \pi k^{1-\alpha} \quad (6)$$

Logo, como em estado estacionário, $\dot{k}=0$,

$$k = \left(\frac{s}{\delta + n}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad y = \left(\frac{s}{\delta + n}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (7)$$

Como resulta da resolução do modelo, a evolução de k e de y tendem para um nível de estado estacionário em que a sua variação no longo prazo é nula. Nesse sentido, o modelo concluiria pela não existência de crescimento no longo prazo, algo que é desmentido pela evidência empírica (desde logo, por uma das regularidades de Kaldor).

Dado que estas condições não permitem gerar crescimento positivo no longo prazo, tornou-se necessário abandonar alguns pressupostos do modelo.

De facto, o modelo de Solow, em *steady state*, fruto da produtividade marginal dos fatores K e L decrescente, não consegue justificar o crescimento económico das economias no longo prazo. De forma a justificar o crescimento económico, era necessário considerar progresso tecnológico para contrariar a lei das produtividades marginais decrescentes.¹ Num artigo publicado em 1957, sobre contabilidade do crescimento, Robert Solow mostrou empiricamente que a maior parte do crescimento do produto *per capita* nos Estados Unidos se devera ao progresso tecnológico. A extensão do modelo original por incorporação de um parâmetro exógeno de progresso tecnológico, resolve matematicamente o problema de crescimento em equilíbrio de longo prazo, mas sem uma verdadeira explicação endógena. No seguimento do artigo de Solow (1957), surgiram modelos que incorporam o progresso tecnológico na função de produção. Nesse modelos, o progresso do conhecimento tecnológico é representado pela variável A e pode ser introduzido na forma $AF(K,L)$ conhecido como Hicks-Neutral; $F(AK,L)$ denominado Solow-Neutral; ou $F(K, AL)$ considerado Harrod-Neutral.

¹ Em rigor, no modelo de Solow, a taxa de crescimento a longo prazo é zero (ou positiva, mas assumindo que o conhecimento tecnológico cresce a uma taxa exógena).

O progresso do conhecimento tecnológico é representado pela variável A e pode ser introduzido na forma $AF(K,L)$ conhecido como Hicks-Neutral; $F(AK,L)$ denominado Solow-Neutral; ou $F(K, AL)$ considerado Harrod-Neutral.

Hicks-Neutral – O progresso tecnológica gera incrementos de produtividade dos fatores capital (K) e do trabalho (L).

Solow-Neutral – Capital-augmenting – Quanto maior for o nível de conhecimento tecnológico, maior é a produtividade do capital.

Harrod-Neutral – Labour-augmenting – Uma unidade de trabalho é tanto mais produtiva quanto maior for o nível de conhecimento tecnológico.

Considerando, por exemplo, o caso de uma função produção com progresso tecnológico Hicks neural, o avanço da tecnologia traduzir-se-ia num impacto generalizado na produtividade dos fatores de produção. Neste caso, a função produção seria dada pela equação (8).

$$Y=AF(K,L) \quad (8)$$

Resolvendo o modelo para o equilíbrio de longo prazo, a economia tenderá para um estado estacionário em que o ratio capital-trabalhador eficiente não se altera, mas em o produto *per capita*, cresce à taxa positiva e exógena do progresso tecnológico.

$$\begin{aligned} y - \frac{Y}{L} - \frac{AK^\alpha L^{1-\alpha}}{L} - A \cdot \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha - Ak^\alpha &\Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \hat{y} - \frac{\hat{y}}{y} - \frac{\partial y}{\partial L} \cdot \frac{1}{y} - \frac{\partial y}{\partial L} \cdot \frac{\partial \ln y}{\partial y} - \frac{\partial \ln y}{\partial t} &\Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \ln y - \ln A + \alpha \ln K &\Leftrightarrow \frac{\partial \ln y}{\partial t} - \frac{\partial \ln A}{\partial t} + \frac{\alpha \partial \ln K}{\partial t} \Leftrightarrow \frac{\hat{y}}{y} - \frac{\hat{A}}{A} + \alpha \frac{\hat{K}}{K} \Leftrightarrow \hat{y} - \hat{A} + \alpha \hat{K}^2 \end{aligned} \quad (9)$$

$\alpha = e_f$ $\hat{A}$ é exógeno

Ainda que emulasse satisfatoriamente a dinâmica de transição para o estado estacionário das economias avançadas, no longo prazo (i.e., no estado estacionário) o crescimento no modelo de Solow dependia crucialmente de um progresso tecnológico

² No estado estacionário $\hat{K} = 0$

que era como “maná caído do céu” (Audretsch, 2007). Ou seja, as extensões permaneciam incapazes de explicar o crescimento económico no longo prazo, carecendo de análise aos mecanismos subjacentes à inovação tecnológica, justificativa do crescimento da produtividade no longo prazo. Por outras palavras, as extensões continuavam a não explicar o progresso tecnológico e, por conseguinte, o crescimento económico de longo prazo (salvo por pressupostos puramente exógenos).

No início dos anos 80, Romer (1987) e Lucas (1988) reacenderam o interesse dos macroeconomistas pelo crescimento económico, enfatizando a economia das “ideias” (relacionada com o conhecimento tecnológico) e do “capital humano” (conhecimento tecnológico incorporado nos indivíduos). Nestes modelos, o progresso técnico é endogeneizado pelo abandono do pressuposto de concorrência perfeita em todos os mercados, criando o incentivo à produção de conhecimento e à inovação como forma de diferenciação e de obtenção de poder de mercado (lucros positivos). Dessa forma, criou-se o incentivo à prossecução privada de investimento tendente à produção de conhecimento, explicando-se o progresso tecnológico.

O carácter endógeno do crescimento, em particular nos trabalhos seminais de Romer (1986, 1990), assenta pois numa novidade na literatura, no que diz respeito à modelização do crescimento económico: o conhecimento é introduzido na função de produção agregada como um fator produtivo, a par do trabalho e do capital físico, ainda que com características bastante diferentes. Propondo um modelo estruturado em três setores de atividade: o setor de produção (competitivo), o setor do capital (imperfeito) e o setor de I&D (Afonso, 2011), Romer (1990) endógeneizou o progresso tecnológico. Este materializa-se na expansão contínua das variedades dos fatores produtivos, prosseguindo uma lógica horizontal, isto é, conduz para mais variedades de máquinas e/ou bens intermédios que são diferentes entre si. Essa expansão contínua permite contrariar os efeitos da lei das produtividades marginais decrescentes, gerando crescimento positivo no longo prazo. No fundo, o progresso tecnológico é endogeneizado pela assunção de concorrência monopolística na produção de fatores, que é capaz de explicar o incentivo privado para o investimento no progresso tecnológico e, assim, explicar o crescimento económico.

Alternativamente a essa modelização, alguns autores propuseram modelos de “melhoria da qualidade” ao invés de expansão de variedades, como forma de explicar o aumento da produtividade dos fatores e, assim, explicar o crescimento económico.

Nesses modelos enquadra-se o de Aghion e Howitt (1992). Ou seja, nos modelos do tipo vertical, a relevância não é acrescentar variedades, mas sim investir na qualidade, de modo a incrementar o conhecimento e, por sua vez, a especialização, com o objetivo de que a produção cresça a taxas positivas.

Nestes modelos existe então uma melhoria na produção de bens intermédios, que é utilizada na produção dos bens finais. Trata-se de modelar as melhorias do processo de produção a nível de um sector, considerando que existe obsolescência tecnológica, na linha do processo de criação destruidora de Schumpeter (1946).

De forma comum a ambas as correntes, na endogeneização do progresso tecnológico importa a criação de incentivos privados ao desenvolvimento de atividades tendentes ao progresso tecnológico. O conhecimento apresenta características de não rivalidade e de não exclusão. Desta forma, o esforço necessário à produção de conhecimento e à criação de progresso tecnológico não seria totalmente apropriável pelo investidor. Tal retira-lhe algum incentivo económico a esse investimento. Alternativamente, importa regular de forma a modificar as características de bem público do conhecimento, através da exclusão do seu uso (ou parcialmente não-exclusivo). O conhecimento tecnológico que permite a produção de um novo (ou melhor) fator de produção pertence ao seu inventor que suportou o custo da I&D e que solicita essa exclusividade, por exemplo, através de um sistema de patentes.

Assim, importa condicionar a não exclusão por via de regulação, abandonando-se o pressuposto de concorrência perfeita para que o investidor em conhecimento possa ter rendas de concorrência monopolística e, assim, se criar o incentivo privado a investir em progresso tecnológico.

Apesar disso, o impacto do progresso tecnológico extravasa os benefícios obtidos pelo investido em função dos *spillovers* que gera. Este aspeto evidenciou, com base nas conclusões dos modelos de Romer (1990) e de Aghion e Howitt (1992), a pertinência do investimento e da intervenção pública neste mercado, visando aumentar o investimento em I&D e induzindo o crescente enfoque da política na inovação, na generalidade dos países da OCDE.

I.2. Estudos empíricos que revelam a importância do conhecimento tecnológico para o crescimento

A evolução da literatura do crescimento económico de cariz teórico foi acompanhada por trabalhos empíricos que procuraram testar e elevar diferentes hipóteses explicativas das dinâmicas de crescimento económico, enquadrando-se num domínio da literatura de cariz aplicado associado à contabilidade do crescimento.

A este respeito, Solow (1957) define um modelo de contabilidade de crescimento para medir a contribuição dos três componentes básicos: crescimento do capital, crescimento do trabalho e progresso do conhecimento tecnológico. Ao contrário dos indicadores de produtividade, a abordagem da contabilidade do crescimento é mais focada na determinação da despesa nos *inputs* de inovação do que nos *output* (Hall, 2011).

A contabilidade do crescimento é baseada na ideia de que o *output* verificado numa sociedade é resultado da combinação de vários *input* – fatores de produção. (Clark, 2009) Segundo Clark (2009) existem somente duas formas de aumentar a produção *per capita* em qualquer sociedade, sendo a primeira através do aumento da produção ou do capital em relação ao número de trabalhadores (a partir do mecanismo de acumulação de capital) e a segunda baseia-se em melhorias no processo produtivo, de forma a que cada *input* possa resultar em mais *output* (referindo-se à eficiência da produtividade total dos fatores, PTF). As melhorias no processo produtivo podem ser verificadas ao nível da formação da mão-de-obra, ao nível político, legal, institucional, financeiro, aquisição de nova maquinaria ou *input* de mais conhecimento. O objetivo determinar o contributo de cada fator para o crescimento económico.

O método exposto por Clark (2009) é baseado na *Equação Fundamental do Crescimento* cuja taxa de crescimento do PIB *per capita* é determinada por três fatores: a taxa de crescimento do capital, a taxa de crescimento da produção (trabalho) e a taxa de crescimento do conhecimento tecnológico.

No entanto, cumpre referir que ao longo de décadas de debate sobre os fatores explicativos do crescimento económico, foi-se assistindo à florescência de artigos empíricos que procuram contribuir para esse debate.

Primeiramente Kuznets (1966) procurou explicar o crescimento económico moderno, salientando as altas taxas de crescimento e mudança na alocação de recursos, através da substituição da tecnologia existente e adquirida por outra mais moderna em todas os setores. Como principal conclusão deste estudo, Kuznets conseguiu verificar elevadas taxas de crescimento devidas à modernização da agricultura, ao processamento de comida, ao transporte e à distribuição.

Blackorby e Shworm (1982) propuseram um modelo de crescimento agregado, recorrendo a um ajustamento do modelo de custos do investimento. Já em 1984, estes autores realizaram outro estudo empírico, analisando dados referentes a Inglaterra, em que tentaram estimar funções de produção agregadas sem pressupor a existência de tecnologia agregada. Os autores verificaram a possibilidade da estimação de funções de produção agregadas sem pressupor a existência de tecnologia agregada. Por sua vez, num estudo de 1988, pretenderam testar condições para *output* agregado e condições similares para trabalho agregado.

Numa perspetiva diferente, Krueger (1999) considera questões conceptuais e práticas que surgem da estimação do contributo do trabalho na renda nacional (preço do capital). Dos resultados verificados, concluiu-se que com o aumento de fundos da compra de ações e das pensões dos funcionários e o aumento da remuneração dos executivos, o trabalho e o capital já não se dividem tão nitidamente em 2 categorias exclusivas. O autor sugere a valorização da melhoria da medição da *share* do trabalho e a divisão de categorias alternativas para *shares* mais funcionais.

Nos anos 90, Chirinko (1993) propôs verificar as 4 questões dos modelos empíricos com dinâmica implícita: consistência do modelo teórico, características da tecnologia, tratamento das expectativas e impacto da despesa no investimento nos preços, quantidades e choques que afetam a especificação econométrica. O resultado verificado refere-se ao facto da despesa no investimento ser o principal contributo para as flutuações agregadas, permitindo a redução no crescimento a longo prazo nas economias industrializadas. Os resultados deste estudo sugerem que o desemprego é atribuído à despesa do investimento anémica.

Neste mesmo ano, Blaug (1993) elabora uma revisão de literatura e de metodologia económica, sugerindo uma avaliação metódica do modelo neoclássico. Da

análise elaborada, o autor sugere que o retorno de uma função de distribuição pode ser explicada pela simples invocação dos princípios da produtividade marginal.

Em 1995, Young documentou o papel fundamental desempenhado pela acumulação de fatores como explicação do extraordinário crescimento no período pós-guerra. Neste estudo o autor verificou que as taxas de participação, os níveis educacionais e a taxa de investimento subiram rapidamente em Hong Kong, Singapura, Coreia do Sul e Taiwan. Verificou-se grandes realocações setoriais do trabalho agrícola e de fabrico.

De um ponto de vista mais prático, Basu e Fernald (1997) estimaram o crescimento económico com elevada agregação. O trabalho realizado consistiu na estimação de rendimentos decrescentes, usando valor acrescentado para diferenciar substancialmente a partir da produção bruta. Nas 34 indústrias do setor privado dos Estados Unidos da América analisadas, verificou-se que a estimação dos rendimentos à escala variam entre indústrias, relativamente à desagregação. Os resultados contrastaram com os resultados agregados ao nível do fabrico do setor privado.

Numa perspetiva do impacto do setor público, Felipe (2001) verificou a questão da quantificação do efeito da despesa do Estado no output do setor privado e na produtividade. O autor verificou que, para os países da OECD, a problemática não é econométrica, mas sim metodológica. O mesmo refere que as regressões anteriores não tiveram em conta a possibilidade de endogeneidade, sugerindo que uma função de produção agregada não pode ser usada diretamente para medir a produtividade de uma infraestrutura. No entanto, este tipo de exercício não suporta implicações políticas.

Numa vertente mais interessada na tecnologia e seu impacto para o crescimento económico, Gullec e van Pottelsberghe de la Potterie (2001) estimam o contributo da tecnologia para a PTF, identificando as principais fontes de tecnologia e negócios de I&D públicos e privados e quantificando o impacto do conhecimento no *output*. Os autores sugerem que a tecnologia (especialmente tecnologia de informação) tem um contributo substancial para a melhoria da produtividade das empresas. Os principais resultados deste estudo empírico consistem na valorização da contribuição dos negócios com tecnologia para o aumento da produtividade, salientando a importância dos fluxos estrangeiros de tecnologia. Conclui-se que a contribuição do governo e das universidades tem um impacto positivo na produtividade, assim como na capacidade de

tecnologia por parte das empresas. Por fim referem a evolução das novas fontes de tecnologia, identificando os principais países que realçam estas fontes.

Ho et al. (2002) estimam o impacto da I&D no crescimento económico da nova economia industrializada de Singapura. Os resultados do estudo revelaram um impacto positivo na PTF, tanto a curto como a longo prazo. Os autores explicam este impacto, relacionando o crescimento do PIB com a I&D e o *stock* de capital. O investimento em I&D revela um impacto positivo na PTF, revelando um equilíbrio no longo prazo. Isso não significa somente o aumento do nível de intensidade de I&D em Singapura, mas também a exploração mais eficiente desta atividade a nível nacional.

Gollin (2002), de um ponto de vista mais económico, questionou a noção de que o retorno das *shares* pode ser idêntico ao longo do tempo e do espaço. Os resultados sugeriram que a aproximação habitual subestimava o retorno do trabalho em pequenas empresas.

Felipe e Fisher (2003) salientam problemas da agregação intransponíveis e suas implicações. No trabalho realizado, os autores referem que as condições de uma função de produção agregada, que podem ser derivadas de funções de microprodução, são muito rigorosas. Neste trabalho, a função de produção agregada é uma representação da tecnologia derivada de micro-relações ou é entendida como sendo uma aproximação para fins empíricos.

Numa tentativa de demonstração de que as taxas de crescimento do *output* poderiam ser mais elevadas, Taylor (2003) afirmou que a paridade do poder de aquisição (PPA) pode ser visto como uma combinação de paridade válida de longo prazo internacional, quando aplicado a taxas de câmbio bilaterais. O autor defende que a PPA era útil para assegurar quando a taxa de depreciação de uma moeda é equivalente à inflação dos preços agregados.

No ano seguinte Taylor, juntamente com Rada (2004) tenta demonstrar que as taxas de crescimento do salário, lucro, capital, trabalho e respetivas produtividades, com a contabilidade de crescimento adequada, podem convergir. Os autores referem uma relação entre *output* e *input* agregado. Conclui-se que o modelo de produtividade de Solow, utilizando a contabilidade apropriada, pode resultar em convergência.

De modo a analisar os principais modelos de crescimento económico baseados em I&D em que a inovação surge em setores de I&D, Ulku (2004) pretende verificar se

estes permitem o crescimento económico sustentável com rendimentos constantes à escala em termos de I&D. Os resultados sugerem uma relação positiva entre o PIB *per capita* e a inovação em todos os países. No entanto, o efeito da I&D é verificado somente nos países da OCDE. Estes resultados suportam o crescimento económico endógeno, não havendo evidências de rendimentos constantes a partir da I&D.

Do ponto de vista de análise do impacto dos recursos humanos, Mamuneas et al. (2005) pretenderam estimar o impacto do capital humano para o crescimento económico. Consideram os contributos dos *inputs* tradicionais (capital e trabalho) e do capital humano. Para a realização deste trabalho os autores utilizaram dados da contribuição do capital físico e do trabalho que variam entre países, não partindo do princípio que são constantes. A principal conclusão do estudo refere-se ao facto do índice da PTF depende do crescimento do capital humano.

Numa análise das economias mais industrializadas, Musso (2006) tentou verificar a desaceleração dessas economias, estimando a PTF, assumindo um comportamento de capital constante. O autor concluiu que a PTF tem impacto significativo no crescimento económico.

Seguindo uma metodologia semelhante, Pessoa (2007) analisa a correlação entre o crescimento económico e a intensidade da I&D, medindo esta pela tecnologia. Os resultados dos estudos não confirmam progresso tecnológico endógeno para países abaixo da fronteira tecnológica. No entanto, conclui-se que o investimento em I&D tem importância para a competitividade económica. O autor conclui que, para estes estudos, é necessário considerar a complexidade envolvente do crescimento económico.

Considerando a relação entre a inovação e a produtividade, o modelo desenvolvido por Corrado et al. (2006) torna-se relevante, uma vez que foi pioneiro na utilização da contabilidade do crescimento para a determinação da contribuição da inovação para o crescimento da produtividade. Em particular, o projeto de índice de inovação da NESTA³ (2009) quantifica a despesa em conhecimento e explica como o conhecimento contribui para o crescimento. É reconhecido, por esta organização, que o investimento no conhecimento (no relatório é considerado como ativo intangível) é, atualmente, superior relativamente ao investimento em ativos tangíveis. Igualmente, é

³ Organização sem fins lucrativos do Reino Unido que apoia projetos de inovação

concluído por NESTA (2009) que o contributo do conhecimento para o crescimento atinge valores consideráveis.

Em 2009, Clark (2009) verificou se o *output* em qualquer sociedade seria produzido pela combinação de fatores de produção. Nas economias mais desenvolvidas, verificou-se um maior investimento em capital físico. Já nas economias menos desenvolvidas, verificou-se mais população e maior necessidade de recursos e de capital. Num estudo mais recente, Kalio et al. (2012) tentam analisar a contabilidade do crescimento do Quênia. O objetivo do trabalho consistiu em verificar se o canal de crescimento seria a acumulação de fatores ou se seria o avanço tecnológico. A base do estudo assentou na avaliação das determinantes da PTF. Desta análise, para o período de 1971 a 1980 e de 2001 a 2003, verificou-se que a PTF explica o crescimento económico juntamente com a acumulação de capital. Para o período de 1981 a 1990 e de 1991 a 2000, a acumulação de capital explica, mas não a PTF.

Esta revisão de literatura procurou enumerar alguns dos artigos empíricos de contabilidade de crescimento, evidenciando a necessidade de se prosseguir com novos trabalhos que contribuam para uma crescente compreensão das dinâmicas de crescimento e dos seus fatores indutores de forma a otimizar a política económica. As tabelas seguintes resumem, de forma sintética, estes trabalhos.

Tabela 1. Estudos de um só país

Autor/ Ano	Objetivo/Descrição	Amostra	Conclusões
Kalio,A., Muntenyo, J, e Ownuor, G. (2012)	Observar a contabilidade do crescimento no Kenya. Verificar se o canal de crescimento é a acumulação de fatores ou se é o avanço tecnológico.Examinar determinantes da PTF.	Kenya 1971-2003	De 1971 a 1980 e de 2001 a 2003, verifica-se que a PTF explica o crescimento económico juntamente com a acumulação de capital, mas não a mão de obra. De 1981-1990 e de 1991-2000 a acumulação de capital explicativa, mas não a PTF
NESTA (2009)	Medir contributo das atividades em I&D na produção a nível nacional.Verificar se a despesa em conhecimento contribui	Reino Unido 1990's-2007	Investimento em conhecimento contribui para o crescimento económico do Reino Unido.O contributo do conhecimento para o

	para o crescimento para melhorar o capital humano e a PTF.		crescimento, cujo relatório chama de inovação, é considerável.
Ho, Y., Wong, P, e Toh, M (2002)	Estimar o impacto da I&D no crescimento económico numa nova economia industrializada.	Singapura 1978-2001	Resultados revelam impacto positiva do investimento em I&D na PTF, estabelecendo um equilíbrio no longo prazo.
Krueger, A. (1999)	Considera questões conceptuais e práticas que surgem da estimação do contributo do trabalho na renda nacional (preço do capital)	Inglaterra 1939-1979	Com o aumento de fundos da compra de ações e das pensões dos funcionários e o aumento da remuneração dos executivos, o trabalho e o capital já não se dividem tão nitidamente em 2 categorias exclusivas. Sugere a valorização da melhoria da medição da share do trabalho e a divisão de categorias alternativas para shares mais funcionais.
Blackorby, C. e Shworm, W. (1988)	Testar condições para output agregado e condições similares para trabalho agregado.	Inglaterra	Em todas as empresas é requerida a existência de agregação para cada uma individualmente.
Blackorby, C. e Shworm, W. (1984)	Estimação de funções de produção agregadas sem pressupor a existência de tecnologia agregada.	Inglaterra	O uso de capital agregado sem implicações de substituição restritas como formulação alternativa dos rendimentos constantes.
Blackorby, C. e Shworm, W. (1982)	Propõe modelo agregado com ajustamento do modelo de custos do investimento.	Inglaterra	Com ajustamento do modelo de custo, o custo marginal de aquisição de capital aumenta com a taxa de investimento.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 2. Estudos de conjuntos

Clark, G. (2009)	Verificar se out em qualquer sociedade é produzido pela combinação de fatores-produção de fatores-nos inputs.	Grã-Bretanha, Alemanha, EUA, Japão, Kenya, India e USSR 1950-1980	Efeito de setores individuais. Nas economias mais desenvolvidas, verifica-se um maior investimento em capital físico. Nas economias menos desenvolvidas, verifica-se mais população e são necessários mais recursos e capital
Pessoa, A. (2007)	Analisar a correlação entre crescimento económico e a intensidade de I&D (medida pela tecnologia)	Irlanda Suécia EUA 1995-2005	Resultados revelam importância do investimento em I&D para a competitividade da economia, concluindo que a política de inovação deve ter em conta a complexidade do crescimento económico.
Musso, P. (2006)	Verificar a desaceleração das economias mais industrializadas. Estimar PTF, assumindo um comportamento de capital constante. Explicar a dinâmica da PTF	Economias mais industrializadas. EUA 1948-2000	PTF tem impacto significativo, utilizando a contabilidade do crescimento standar. Refere a melhoria na precisão da PTF
Mamuneas, T., Sawides, A., Stengas, T (2005)	Estimar impacto do capital humano para o crescimento económico. Considera os contributos dos inputs tradicionais (capital e trabalho) e capital humano. Construção de um índice da PTF de crescimento.	51 Países 1970-1987	Utilizam dados da contribuição do capital físico e do trabalho que variam entre países, não partindo do princípio que são constantes. O índice da PTF depende do crescimento do capital humano.

Rada,C., Taylor, L. (2004)	Demonstrar que as taxas de crescimento do salário, lucro, capital, trabalho e respetivas produtividades, com a contabilidade de crescimento adequada, podem convergir. Refere relação entre output e input agregado.	Hong Kong, Singapore, Coreia do Sul e Taiwan 1966-1990	Análises de crescimento podem basear-se em equações de produtividade que podem ser devidas ou não pela contabilidade NIPA ou identidades algébricas. No modelo de produtividade de Solow, utilizando a contabilidade apropriada, pode haver convergência.
Ulku, H (2004)	Analisar principais modelos de crescimento económico baseado em I&D em que a inovação surge em setores de I&D, permitindo crescimento económico sustentável com rendimentos constantes à escala em termos de I&D.	20 países da OCDE 10 países não da OCDE 1981-1997	Resultados sugerem uma relação positiva entre PIB per capita e a inovação em todos os países, enquanto somente nos países da OCDE os resultados suportam crescimento económico endógeno, não havendo evidências para rendimentos constantes da I&D.
Felipe,J. e Fisher,F (2003)	Salienta para os problemas da agregação intransponíveis e suas implicações.	Publicações de Cambridge 1950's, 1960's e 1970's Entre Reino Unido-de Joan Robinson e seus colegas e EUA-Paul Samuelson e Robert Solow e seus colegas.	As condições de uma função de produção agregada, que podem ser derivadas de funções de microprodução, são muito rigorosas. A função de produção agregada é uma representação da tecnologia derivada de micro-relações, ou é entendida como sendo uma aproximação para fins empíricos.
Taylor, M. P. (2003)	Demonstrar que as taxas de output poderiam ter sido mais elevadas se a crise da dívida em termos de trocas chocantes "não tivesse acontecido"	África Sub-Saharan América Latina Finais do século XX	Paridade do poder de aquisição (PPA) pode ser visto como uma combinação de paridade válida de longo prazo internacional, quando aplicado a taxas de câmbio bilaterais. PPA é útil para assegurar quando a taxa de depreciação de uma

			moeda é equivalente à inflação dos preços agregados.
Gollin, P. (2002)	Questionar a noção de que o retorno das shares pode ser idêntico ao longo do tempo e do espaço.	EUA Reino Unido	Os resultados sugerem que a aproximação habitual subestima o retorno do trabalho em pequenas empresas.
Felipe, J. (2001)	Verificar a questão da quantificação do efeito da despesa do Estado no output do setor privado e na produtividade. Extensão de função de produção agregada.	Países da OECD 1960-1989	A problemática não é econométrica, mas sim metodológica. As regressões anteriores não tiveram em conta a possibilidade de endogeneidade. Uma função de produção agregada não pode ser usada diretamente para medir a produtividade de uma infraestrutura. Este tipo de exercício não suporta implicações políticas.
Guellec, D. e van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2001)	Identificar o contributo da tecnologia para a PTF e identificar principais fontes de tecnologia eem negócios com I&D públicos e privados e quantificar o impacto do conhecimento para o crescimento económico.	16 países da OCDE 1980-1998	Contribuição dos negócios com tecnologia para o aumento da produtividade. Relevante importância dos fluxos estrangeiros de tecnologia; contribuição do governo e das universidades para a produtividade; Capacidade de tecnologia por parte das empresas; evolução das novas fontes de tecnologia, identificando principais fatores de cada país que realçam estas fontes.
Basu, S. E Fernald, J. G. (1997)	Estimar o crescimento com elevada agregação. Estimar rendimentos decrescentes, usando valor acrescentado para diferenciar	34 indústrias do setor privado dos EUA 1959-1989	Estimação dos rendimentos à escala variam entre indústrias, relativamente à desagregação. Os resultados contrastam acentuadamente com

	substancialmente a partir da produção bruta.		resultados agregados ao nível do fabrico do setor privado. Resultados sugerem que uma empresa típica com rendimentos à escala constantes.
Young, A. (1995)	Documentar o papel fundamental desempenhado pela acumulação de fatores como explicação do extraordinário crescimento no período pós-guerra.	Hong Kong Singapura Coreia do Sul Taiwan 1966-1990	As taxas de participação, níveis educacionais e a taxa de investimento subiram rapidamente em todas as 4 economias. Verificou-se grandes realocações setoriais do trabalho agrícola e de fabrico. O emprego cresce mais rápido que a população ativa.
Blaug, M. (1993)	Revisão de literature e de metodologia económica. Avaliação metódica do modelo neoclássico	Artigos de vários autores, inclusivé Robert Solow.	O retorno de uma função de distribuição pode ser explicada pela simples invocação dos princípios da produtividade marginal.
Chirinko, R. (1993)	Verificar as 4 questões dos modelos empíricos com dinâmica implícita: consistência do modelo teórico; características da tecnologia; tratamento das expectativas; e impacto da despesa no investimento nos preços, quantidades e choques que afetam a especificação econométrica.	Modelos de crescimento económico teóricos e dinâmicos implícitos.	A despesa no investimento é o princip'al contributo para flutuações agregadas. Reduz crescimento a longo prazo nas economias industrializadas. O desemprego é atribuído à despesa do investimento anémica. O novo investimento pode gerar externalidades ou ser uma ligação para inovações que estimulem o crescimento.
Kuznets, S. (1966)	Crescimento economic modern, salientando as altas taxas de crescimento e mudança na alocação de recursos. Substituição	Austrália Nova Zelândia Canadá	Elevadas taxas de crescimento baseadas na modernização da agricultura, processamento de comida, transporte e

por tecnologia mais moderna em todas os setores.	Dinamarca	distribuição.
	1956-1966	
	Setores da agricultura, indústria, transportes e distribuição.	

Fonte: Elaboração própria

II. Dados e Metodologia

II.1. O modelo base

No âmbito da contabilidade de crescimento, tal como resulta da revisão de literatura, o modelo de crescimento económico de Solow continua a ser uma das referências. Os modelos originais pecavam pela incapacidade de explicar uma parte significativa do crescimento económico, tendo-se introduzido o progresso tecnológico como terceira variável indutora de ganhos de eficiência e de inovação, alavancando a PTF e, por conseguinte, o ritmo de crescimento económico para além dos níveis explicados pela evolução da dotação de fatores (capital, trabalho) na economia. A tecnologia é a forma de combinação de *inputs* dos quais o conhecimento tecnológico faz parte.

Como já referido, o conhecimento tecnológico resulta das inovações obtidas por via das atividades de I&D. Uma vez que, no modelo de Solow a taxa de crescimento é zero no longo prazo, consideram-se 2 extensões, sendo uma delas, pressupor que o progresso do conhecimento tecnológico é exógeno, introduzindo-o na função produção $Y = F(K, L, A)$. Neste caso, um nível de A superior pode permitir o aumento e/ou melhoramento de produção apesar de serem constantes os rácios de capital por trabalhador.

Neste trabalho, utilizamos a modelação Hicks-neutral, partindo-se do pressuposto de que o progresso tecnológico melhora a produtividade de ambos os fatores. Como função produção, temos assim uma função homogénea de grau um do tipo Cobb-Douglas, tipificada na equação (10).

$$Y = AK^a L^{1-a} \quad (10)$$

O *output* real agregado é representado por Y . A variável A representa a medida do nível da PTF, representando o progresso tecnológico. O fator K (capital) considera os recursos (maquinaria, recursos naturais, infra-estruturas e dinheiro) acumulados pelo país. O fator L (trabalho) compreende os trabalhadores e respetivo nível de produtividade e de conhecimento.

A elasticidade constante a determina o peso do capital na produção e $(1 - a)$ determina o peso do trabalho na produção.

Neste trabalho, vamos procurar medir o impacto do esforço tecnológico próprio na taxa de crescimento económico. Assim, usando a equação fundamental, e logaritimizando a função, deduzimos a dinâmica do modelo:

$$\ln Y = \ln A + a \ln K + (1-a) \ln L \quad (11)$$

A função logaritimizada é então derivada em ordem ao tempo para obter a taxa de crescimento.

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + a \frac{\dot{K}}{K} + (1-a) \frac{\dot{L}}{L} \quad (12)$$

Por conseguinte, resulta então que a taxa de crescimento do progresso tecnológico é:

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{Y}}{Y} - a \frac{\dot{K}}{K} - (1-a) \frac{\dot{L}}{L} \quad (13)$$

Da equação (12) obtemos que a taxa de crescimento da economia é o somatório da taxa de crescimento do progresso tecnológico e das taxas de crescimento do fator capital e do fator trabalho, estes últimos ponderados pelas respectivas elasticidades. Com base nesta equação e numa amostra para Portugal, vamos procurar estimar o contributo do investimento em I&D para o crescimento económico.

II.2. Descrição da Amostra

Como referido, o objeto deste trabalho prende-se com a avaliação do impacto que o esforço tecnológico próprio de Portugal, nomeadamente, através de investimento em I&D tem sobre a taxa de crescimento económico. Embora seja esta a relação fundamental, as capacidades acumuladas de I&D são apenas um dos vértices de progresso tecnológico. Assim, para além das variáveis *proxy* dos elementos da equação fundamental da contabilidade do crescimento (taxa de crescimento do PIB, taxa de crescimento do capital medido pela FBCF ou pelo investimento total, e taxa de

crescimento da população ativa), incluímos um conjunto adicional de variáveis de controlo (taxa de crescimento das importações, taxa de crescimento da despesa do Estado em educação, taxa de crescimento do número de alunos no ensino superior, taxa de crescimento das patentes e a taxa de crescimento das publicações).

Foram recolhidos dados secundários e quantitativos do *website* do INE (Instituto Nacional de Estatística) e da plataforma Pordata desde o ano de 1986 até ao ano de 2012, para Portugal. Para a elaboração do modelo empírico, que será descrito e analisado no próximo capítulo, identificámos as variáveis mais utilizadas na maioria dos estudos empíricos e que consideramos mais explicativas para a realização deste trabalho: PIB, População Ativa, Importações, Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), Despesa em I&D, Despesa do Estado em Educação, Taxa de investimento total, Número de Publicações Científicas, Número de Alunos matriculados no Ensino Superior e Patentes.

Considerando a contabilidade de crescimento, optamos por trabalhar as variáveis principais e as variáveis de controlo em termos de taxas de crescimento anuais, sendo relevante proceder a uma análise descritiva sintética de cada uma das variáveis, de forma a melhor compreender a sua evolução e enquadrar as interpretações dos resultados do capítulo seguinte.

As tabelas que se seguem procuram efetuar uma análise de estatística descritiva simples quanto às variáveis da amostra.

Tabela 3. Descrição das variáveis

Variável	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Taxa crescimento PIB	2,5926	2,35	7,86	-2,91	2,6797
Taxa crescimento FBCF	0,086	0,0799	0,5977	-0,1036	0,14
Taxa crescimento Investimento Total	27,6923	27,200	32,00	20,600	2,966
Taxa crescimento População Ativa	0,006	0,008	0,0496	-0,0714	0,0195

Taxa crescimento					
Importações	0,0895	0,0831	0,3499	-0,1864	0,1046

Fonte: Elaboração própria

No que diz respeito à variável PIB, observa-se uma evolução positiva no período em análise. Essa evolução é, contudo, caracterizada por dois ciclos de crescimento distintos. Entre 1986 e 2000 observam-se taxas de crescimento do PIB mais elevadas e convergência com a média da União Europeia. Este período pauta-se por uma expansão do consumo privado, mas também do investimento, com impacto nas importações. O período posterior a 2000 evidencia um pior desempenho económico, medido pela taxa de crescimento do PIB. Tal pode estar correlacionado com a abertura dos mercados europeus à concorrência asiática que levou à falência do modelo competitivo vigente e promoveu um processo de mudança estrutural. O final do período é ainda marcado por taxas de crescimento económico negativas decorrentes da crise financeira internacional.

A Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) é uma das *proxies* fluxo usadas para medir o contributo do *stock* de capital. Assim, a FBCF é a parte do investimento correspondente à criação de condições materiais de modernização da economia e de capacitação produtiva. O ano de 1986, marca a entrada de Portugal na CEE e o início de um processo de criação de infraestruturas e de reequipamento das empresas, apoiado nas ajudas pré-adesão, no financiamento comunitário que se seguiu e, também, no crescimento económico verificado, que não deixou de apoiar a expansão do investimento público. Este padrão é evidenciado nas taxas de crescimento e no aumento progressivo do *stock* de capital. Alternativamente, o investimento total envolve a FBCF e a variação de existências, sendo uma *proxy* fluxo alternativa para medir o contributo do *stock* de capital. Também neste caso recorremos à taxa de crescimento, observando-se um padrão semelhante ao registado na taxa de crescimento da FBCF, embora com um decréscimo de taxa menor no período pós-2000.

Como *proxy* para o fator trabalho, utilizamos a população ativa. Observa-se um incremento no período em análise, passando a população ativa total de 4 768 mil pessoas para 5 495 mil pessoas, correspondendo a um aumento no *stock* de trabalho de 727 mil pessoas. De igual modo, trabalhámos esta variável em termos de variação anual de forma a que nos modelos de regressão, todas as variáveis correspondam a taxas de crescimento.

Na contabilidade de crescimento, uma parte importante da taxa de crescimento do PIB resulta do progresso tecnológico. Como já referido, o progresso tecnológico diz respeito ao impacto na produtividade dos fatores resultante da incorporação de conhecimento e da adição de novas tecnologias. No entanto, parte desse efeito pode resultar da importação de conhecimento tecnológico “embutido” nas máquinas e nos equipamentos. Assim, importa controlar a evolução da taxa de crescimento do PIB pela taxa de crescimento das importações.

A evolução das importações mostra um crescimento muito acentuado, compatível com a evolução observada no investimento e na FBCF, observando-se igualmente uma desaceleração no pós 2000 e mesmo taxas de crescimento negativas no período de 2001 e 2004. Esta evolução prossegue um padrão consonante com o estágio de menor desenvolvimento tecnológico de Portugal e com a evolução que se observa no período ao nível da acumulação de capital humano e da despesa em I&D.

O GERD (despesa em I&D) está relacionado com o esforço tecnológico próprio, fundamental para elevar a capacidade de absorção e de integração de conhecimento, potenciando o desenvolvimento de processos, técnicas e produção, com impacto na PTF. Quanto a esta variável, observa-se uma tendência de crescimento no período em análise. Este crescimento é, numa primeira fase, relativamente moderado, tendo um período de forte expansão a partir de 2 007.

Tabela 4. Descrição das variáveis

Variável	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Taxa crescimento GERD	0,1475	0,1166	0,9024	-0,1366	0,1960
Taxa crescimento Despesa do Estado em Educação	0,0898	0,0831	0,3018	-0,0795	0,0969
Taxa crescimento Alunos no Ensino Superior	0,0535	0,0386	0,1831	-0,0357	0,0604
Taxa crescimento	0,0812	0,0219	0,4429	-0,2527	0,2021

Patentes					
Taxa crescimento	0,1295	0,1111	0,3511	0,00	0,0779
Publicações					

Fonte: Elaboração própria

A despesa do Estado em Educação evidencia a importância reconhecida à educação e ao nível de ensino, nomeadamente na qualificação do capital humano, permitindo uma maior absorção do progresso tecnológico e induzindo, diretamente, ganhos de produtividade.

Analisámos esta variável, igualmente, ao nível de taxas de crescimento, observando-se que apresenta um crescimento notável ao longo dos anos 90. Este crescimento é devido ao forte investimento em educação de forma a permitir a Portugal um crescimento económico mais acentuado e de modo a preparar os alunos para o mesmo nível de educação dos restantes países da comunidade europeia.

A partir de cerca de 2007, a taxa de crescimento decresce, significando uma menor participação pública no desenvolvimento da educação em Portugal.

Alternativamente, consideramos, também, a variável referente ao número de alunos no Ensino Superior, sendo esta uma *proxy* mais próxima do capital humano de elevadas qualificações e com maior correlação com o desempenho inovador.

De facto, os alunos com maior nível de conhecimento originam mão de obra mais qualificada no país, permitindo o desenvolvimento de novas técnicas e processos, eventualmente importados de outros países mais desenvolvidos, aproximando o país da fronteira tecnológica. Mais uma vez recorreremos às taxas de crescimento para analisar o impacto desta variável.

Utilizámos, ainda, duas variáveis de *output* intermédio como *proxies* da transformação do conhecimento em tecnologia e, conseqüente, impacto na PTF. A primeira dessas variáveis é o número de patentes, valor que, pese embora diminuto em termos absolutos, observa elevadas variações ao longo dos anos. Ainda assim, procurámos avaliar o contributo explicativo das patentes na PTF e no crescimento económico.

A segunda variável refere-se às publicações científicas. Esta é uma *proxy*, mais a montante, de um outro *output* intermédio de inovação. Com esta variável, procurámos

captar a qualidade do sistema científico e a evolução da capacidade de criação de conhecimento cuja difusão para a economia deverá induzir ganhos na PTF.

Ao longo dos anos, a evolução do volume de publicações evidencia uma tendência crescente, nomeadamente, no período mais recente. Esta evolução encontra paralelo na evolução do GERD.

Por fim, importa referir que, aquando da recolha dos dados, se verificou a falta de valores para os anos 1987, 1989, 1991, 1993, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004 e 2006 na variável Despesa em I&D (GERD) e para o período de 1986 a 1989 na variável Patentes. A estabilidade que caracteriza o padrão da despesa em I&D e das patentes ao longo do tempo permitiu recorrer ao procedimento de interpolação linear para estimar os valores em falta. Para os casos em que foi identificada a falta de valores num só ano, assumiu-se a média aritmética entre os anos anterior e posterior. Nos casos em que faltavam valores em dois anos seguidos, determináram-se as respetivas taxas de crescimento.

II.3. Correlações

Numa matriz de correlação mede-se a associação linear entre as variáveis através do coeficiente de correlação de Pearson. No teste de correlação são analisados dados quantitativos, de forma a avaliar se há uma dependência entre as variáveis. Os resultados variam entre -1 e 1 e quando se aproximam de -1 ou de 1, a dependência é forte, mas quando se aproximam de 0 é fraca. Ou seja, se o resultado apresenta um valor muito próximo ou igual a 1, significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis.

Se o resultado apresentar um valor muito próximo ou igual a -1, significa que existe uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis, portanto, se uma aumenta, a outra diminui.

Por fim, se o resultado apresentar um valor muito próximo de 0, significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. No entanto, pode existir uma dependência não linear.

A correlação entre variáveis independentes, se elevada, pode violar as hipóteses clássicas que garantem a eficiência, consistência e coerência dos estimadores que vamos deduzir. Nesse sentido, calculou-se a matriz subsequente de correlações.

Tabela 5. Correlações

	TX_CR ESCI	TX_G ERD	TX_IM PORT	TX_PO P_ATI	TX_INV VT	TX_PA TEN	TX_AL LUN OS	TX_PUBLIC UBLI C	TX_FBCF BCF	TX_DESP SPES
TX_CR ESCI	1,000	0,370	0,798	0,257	0,734	-0,259	0,465	-0,019	0,649	0,598
TX_G ERD	0,370	1,000	0,239	0,048	0,233	0,289	0,198	-0,082	0,120	0,284
TX_IM PORT	0,798	0,239	1,000	0,224	0,503	-0,273	0,327	0,082	0,442	0,400
TX_PO P_ATI	0,257	0,048	0,224	1,000	0,387	-0,018	-0,202	-0,096	0,114	-0,006
TX_INV VT	0,734	0,233	0,503	0,387	1,000	-0,097	0,252	-0,070	0,532	0,550
TX_PA TEN	-0,259	0,289	-0,273	-0,018	-0,097	1,000	-0,110	0,159	-0,189	-0,026
TX_AL UNOS	0,465	0,198	0,327	-0,202	0,252	-0,110	1,000	0,343	0,172	0,680
TX_PUBLIC BLIC	-0,019	-0,082	0,082	-0,096	-0,070	0,159	0,343	1,000	-0,199	-0,003
TX_FBCF CF	0,649	0,120	0,442	0,114	0,532	-0,189	0,172	-0,199	1,000	0,280
TX_DESP SPES	0,598	0,284	0,400	-0,006	0,550	-0,026	0,680	-0,003	0,280	1,000

Fonte: Elaboração própria⁴

Dos resultados constantes na tabela, a partir do teste de correlação percebe-se que existe uma forte correlação entre a taxa de crescimento do PIB e a taxa de crescimento das importações (0,798), com a taxa de crescimento do investimento total (0,734) e com a taxa de crescimento da formação bruta de capital fixo (0,649) – veja-se

⁴ TX_CRESCI representa a taxa de crescimento do *output* real; TX_GERD representa a taxa de crescimento do investimento em I&D; TX_IMPORT representa a taxa de crescimento das importações; TX_POP_ATI representa a taxa de crescimento da população ativa; TX_INVVT representa a taxa de crescimento do investimento total; TX_PATEN representa a taxa de crescimento das patentes, TX_ALUNOS representa a taxa de crescimento do número de alunos no ensino superior; TX_PUBLIC representa a taxa de crescimento das publicações; TX_FBCF representa a taxa de crescimento da FBCF; TX_DESP representa a taxa de crescimento da despesa do Estado em educação.

a tabela 5. Entende-se, a partir destes resultados, que a taxa de crescimento do PIB aumenta em função do aumento das taxas de crescimento das importações, do investimento total e da FBCF.

O mesmo não se verifica nos resultados das correlações entre a taxa de crescimento das publicações com a taxa de crescimento do PIB (-0,019), com a taxa de crescimento do GERD (-0,082) e com a taxa de crescimento das importações (-0,070) – veja-se a Tabela 5. O mesmo comportamento de independência, entre variáveis, verifica-se nos resultados das correlações da taxa de crescimento da despesa do Estado em educação com a taxa de crescimento das publicações (-0,003), com a taxa de crescimento da população ativa (-0,006) e com a taxa de crescimento das patentes (-0,026). Verifica-se igualmente uma fraca correlação entre a taxa de crescimento das importações e a taxa de crescimento das patentes (-0,0976).

II.4. Modelos de Regressão

Caracterizada a amostra, importa proceder à modelização do problema que queremos estudar. Considerando que se pretende estimar do contributo das taxas de crescimento do investimento em I&D, da FBCF, do investimento total, da população ativa, das publicações, das importações, do número de alunos no ensino superior e da despesa do Estado em educação para a taxa de crescimento do PIB, construímos um modelo de regressão linear multivariado em que a variável dependente é a taxa de crescimento do PIB, pois depende do comportamento das taxas de crescimento das restantes variáveis, para o período em análise, conforme a equação abaixo.

$$\widehat{PIB}_t = a_t + \beta_1 \widehat{GERD}_t + \beta_2 \widehat{FBCF}_t + \beta_3 \widehat{Pop\ Ativa}_t + \beta_4 \widehat{Publicações}_t + \beta_5 \widehat{Importações}_t + \beta_6 \widehat{Despesa\ Estado\ em\ Educ}_t + u_t + v_t \quad (14)$$

A equação representa a determinação da taxa de crescimento do PIB a partir de uma constante, conjuntamente com a taxa de crescimento do GERD, a taxa de crescimento da FBCF, a taxa de crescimento da população ativa, a taxa de crescimento das publicações, a taxa de crescimento das importações e pela taxa de crescimento da

despesa do Estado em educação num determinado período de tempo. Os termos u e v representam o erro de estimação⁵.

Posteriormente considerou-se a especificação seguinte em que, face à anterior, a taxa de crescimento da FBCF é substituída pela taxa de crescimento do investimento total e a taxa de crescimento das publicações pela taxa de crescimento das patentes.

$$\bar{PIB} = a_t + \beta_1 \bar{GERD}_t + \beta_2 \bar{InvTotal}_t + \beta_3 \bar{PopAtiva}_t + \beta_4 \bar{Patentes}_t + \beta_5 \bar{Importações}_t + \beta_6 \bar{DespesaEstadoemEduc}_t + u_t + v_t \quad (15)$$

Finalmente, num terceiro modelo, igualmente um modelo de regressão linear multivariado, a variável dependente é a taxa de crescimento do progresso tecnológico.

O pretendido neste modelo é a determinação do contributo das taxas de crescimento do investimento em I&D, do número de alunos no ensino superior, das patentes e das importações para a evolução da taxa de crescimento do progresso tecnológico para o período em análise.

$$\bar{A} = a + \beta_1 \bar{GERD} + \beta_2 \bar{AlunosnoEnsinoSup} + \beta_3 \bar{Patentes} + \beta_4 \bar{Importações} + u_t + v_t \quad (16)$$

A análise de regressão múltipla é mais adequada para situações *ceteris paribus*, uma vez que permite um maior controlo de vários outros fatores que afetam, simultaneamente, a variável dependente. Este estudo é importante para testar teorias económicas e para avaliação de efeitos de políticas instituídas (Wooldridge, 2012).

Através dos modelos de regressão múltipla podemos quantificar o impacto de cada variável independente sobre a variável dependente definida (Wooldridge, 2012), combinando diversas variáveis explicativas que poderão estar correlacionadas. (Wooldridge, 2012)

A estimação do contributo do crescimento económico e das variáveis de controlo para o crescimento económico recorreu ao método OLS (*ordinary least squares*). Em particular, a regressão por mínimos quadrados ordinários (OLS) é uma técnica de modelagem linear generalizada, que pode ser usada para modelar uma única

⁵ Quando se faz uma regressão não se consegue ajustar perfeitamente à realidade, pelo que a diferença é compensada por u e v .

variável resposta, que foi gravada em, pelo menos, um intervalo de escala. (Hutchenson, 2011). O método de mínimos quadrados ordinários apresenta resultados instáveis para tamanhos de amostra pequenos, em relação ao elevado grau de correlação entre as covariáveis, aumentando a variância dos coeficientes estimados (Morellato, 2010).

O programa utilizado para o tratamento dos dados recolhidos e estimação do modelo empírico foi *Eviews*.

III. Resultados

Uma vez construídos os modelos de regressão linear multivariado para estimação do contributo das variáveis para o crescimento do PIB, importa analisar os resultados obtidos. As tabelas abaixo sintetizam os resultados obtidos a partir de cada modelo de regressão linear multivariado construído, realizando-se uma análise dos mesmos.

A Tabela 6 sintetiza os resultados referentes à equação (14). Assim, o modelo 1 procura estimar o impacto das variáveis taxa de crescimento da despesa em I&D (GERD), taxa de crescimento da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) e taxa de crescimento da Poupulação Ativa para o crescimento económico, obtendo-se uma qualidade de ajustamento medida pelo R^2 ajustado de 0,4757. Nesse sentido regredimos, à luz do modelo de Solow, a taxa de crescimento do PIB em função da taxa de crescimento da formação bruta de capital fixo (enquanto *proxy* do crescimento do fator capital (K), em função da taxa de crescimento da população ativa (enquanto *proxy* do crescimento do fator trabalho) e em função da taxa de crescimento da despesa total em I&D (GERD) (enquanto *proxy* do crescimento do progresso tecnológico).

A aplicação do método OLS permitiu concluir que a constante, a taxa de crescimento da FBCF e a taxa de crescimento do GERD tinham um impacto positivo e estatisticamente significativo na taxa de crescimento do PIB, enquanto que, da *proxy* utilizada para o fator trabalho, se concluiu ser estatisticamente insignificante. Em concreto, estima-se que um aumento em um ponto percentual da taxa de crescimento da despesa em I&D tenha, em média, um impacto na taxa de crescimento do PIB de 0,039669 pontos percentuais, com tudo mais constante. Relativamente ao impacto do investimento em capacidade produtiva, aproximada pela taxa de crescimento da FBCF estima-se que um aumento de um ponto percentual nessa taxa de crescimento tenha um impacto de 0,113732 pontos percentuais na taxa de crescimento do PIB, tudo o resto constante.

Considerando que a amostra analisada tem início em 1986, ano de adesão à CEE, quando Portugal era um país classificado como sendo tecnologicamente atrasado, em que o fator de *catching up* mais importante se traduzia na modernização do parque de máquinas, cuja tecnologia era *embodied*. Naturalmente, num país com elevado atraso, a importância relativa do esforço tecnológico próprio (despesa em I&D) é

menor, sendo o processo de convergência, o resultado da difusão de conhecimento dos países da fronteira tecnológica.

No modelo 2, visando uma melhor aproximação ao resíduo de Solow, introduzimos uma segunda *proxy* para o progresso tecnológico que mensurava a taxa de crescimento das Publicações Científicas. A aplicação do método OLS evidenciou que esta última variável não contribui para explicar o crescimento do PIB em Portugal, no período considerado. Podemos verificar que a qualidade de ajustamento não melhora, tal como se observa na comparação do R^2 ajustado, dos 2 modelos. Ao invés a significância da taxa de crescimento da despesa em I&D e da taxa de crescimento da FBCF mantém-se, bem como a magnitude do seu impacto estimado na taxa de crescimento do PIB.

No modelo 3 acrescentámos a taxa de crescimento das importações enquanto *proxy* da importação de progresso tecnológico *embodied*. Isto é, procuramos avaliar se a importação de tecnologia pode ter um impacto significativo na PTF e, por conseguinte, na taxa de crescimento do PIB. A aplicação dos métodos OLS demonstrou que esta variável tem um impacto positivo e estatisticamente significativo na taxa de crescimento do PIB. Estimamos, concretamente, que, para um aumento em um ponto percentual da taxa de crescimento das importações, há um impacto, em média, na taxa de crescimento do PIB de 0,1455 pontos percentuais, com tudo mais constante. Neste modelo podemos verificar que a qualidade do ajustamento melhora, comparativamente com o modelo anterior, conforme se pode constatar pelo valor de R^2 ajustado que aumenta de 0,4753 para 0,7319.

No modelo 4, adicionámos a variável taxa de crescimento da despesa do Estado em Educação por forma a estudar qual o impacto que o reforço de competências e a acumulação de capital humano teriam sobre a taxa de crescimento do PIB. Os resultados da estimação por OLS confirmam que o investimento na educação tem um impacto positivo na taxa de crescimento do PIB. Calcula-se que, sendo tudo o resto constante, o aumento em um ponto percentual na taxa de crescimento da despesa em Estado em Educação, tenha, em média, um impacto positivo de 0,075634 na taxa de crescimento do PIB, estatisticamente significativo a 5%.

Comparativamente com o comportamento notado do modelo 2 para o modelo 3, verificamos que, para o modelo 4, continua a melhorar a qualidade do ajustamento, pelo que se depreende do valor de R^2 ajustado ter aumentado para 0,7946.

Tabela 6. Modelos para estimação do PIB

Variáveis para Y	Modelo1	Modelo2	Modelo3	Modelo4
C	0,88 *	0,1589	0,0906	-0,2418
GERD	3,9669**	4,0810**	2,5739*	1,8353
FBCF	11,3732***	11,8912***	7,1266***	6,4577***
Pop Ativa	23,9973	25,4682	11,0572	14,8980
Publicações		5,0534	1,0757	1,0541
Importações			14,5500***	12,3075***
Despesas do Estado em Educ				7,5634**
R^2	0,5386	0,5592	0,7855	0,8439
R^2 ajustado	0,4757	0,4753	0,7319	0,7946

Fonte: Elaboração própria

Na Tabela 7, são demonstrados os resultados referentes à equação (15), para a qual foram desenvolvidos 4 modelos. O modelo 1 procura estimar o impacto das variáveis: taxa de crescimento da despesa em I&D (GERD), taxa de crescimento do Investimento Total e taxa de crescimento da Poupulação Ativa para o crescimento económico, obtendo-se uma qualidade de ajustamento medida pelo R^2 ajustado de 0,5249. Nesse sentido, regredimos, à luz do modelo de Solow, a taxa de crescimento do PIB, em função da taxa de crescimento do investimento total (enquanto *proxy* do crescimento do fator capital (K)), da taxa de crescimento da população ativa (enquanto *proxy* do crescimento do fator trabalho (L)) e da taxa de crescimento da despesa total em I&D (GERD) (enquanto *proxy* do crescimento do progresso tecnológico).

A aplicação do método OLS permitiu concluir que a constante e a taxa de crescimento do investimento total tinham um impacto positivo e estatisticamente

significativo na taxa de crescimento do PIB. No entanto, concluímos que as *proxies* utilizadas para os fatores trabalho e crescimento tecnológico são estatisticamente insignificantes. Em concreto, estima-se que um aumento em um ponto percentual da taxa de crescimento do investimento total, tenha, em média, um impacto na taxa de crescimento do PIB de 0,06272 pontos percentuais, sendo tudo o resto constante.

No modelo 2, visando uma melhor aproximação ao resíduo de Solow, introduzimos uma segunda *proxy* para o progresso tecnológico que mensurava a taxa de crescimento das patentes. A aplicação do método OLS evidenciou que esta última variável tem um impacto negativo no crescimento do PIB em Portugal, para o período considerado. Verificámos que, neste modelo, a taxa de crescimento da despesa em I&D já tem um impacto positivo e estatisticamente significativo a 5%. Estimámos que um aumento de um ponto percentual da taxa de crescimento do GERD tem um impacto de 0,041607 na taxa de crescimento do PIB, sendo tudo o resto constante. Podemos observar que a qualidade de ajustamento melhora, tal como se entende pelo valor do R^2 ajustado, ter aumentado para 0,5882.

No modelo 3 acrescentámos a taxa de crescimento das importações enquanto *proxy* da importação de progresso tecnológico incorporado. A aplicação do método OLS demonstrou que esta variável tem um impacto positivo e estatisticamente significativo na taxa de crescimento do PIB. Estimámos, concretamente que, para um aumento em um ponto percentual da taxa de crescimento das importações, existe um impacto, em média, na taxa de crescimento do PIB em 0,129369 pontos percentuais, sendo tudo o resto constante. Neste modelo podemos verificar que a qualidade do ajustamento continua a melhorar, apresentando um R^2 ajustado com o valor de 0,7750.

Para o modelo 4, adicionámos a variável taxa de crescimento do número de alunos no ensino superior, por forma a estudar qual o impacto que a melhoria de competências do capital humano teria sobre a taxa de crescimento do PIB. Os resultados da estimação por OLS confirmam que o número de alunos no ensino superior tem um impacto positivo na taxa de crescimento do PIB. Avalia-se que, sendo tudo o resto constante, o aumento em um ponto percentual na taxa de crescimento de alunos no ensino superior, tenha, em média, um impacto positivo de 0,07575 na taxa de crescimento do PIB, estatisticamente significativo a 10%.

Verificamos que, para o modelo 4, continua a registar uma melhoria na qualidade do ajustamento, analisando o valor de R^2 ajustado que aumentou para 0,7922.

Tabela 7. Modelos para estimação do PIB

Variáveis para Y	Modelo1	Modelo2	Modelo3	Modelo4
C	-15,1814***	-13,7175***	-9,7325***	-9,0638***
GERD	2,8661	4,1607**	2,5717*	2,2896*
Investimento Total	0,6272***	0,5782***	0,3958***	0,3598***
Pop Ativa	-3,0867	-1,5725	-5,2388	3,0904
Patentes		-3,7840**	-1,7775	-1,6358
Importações			12,9369***	11,8723***
Alunos no ensino sup				7,5751*
R^2	0,5819	0,6541	0,8200	0,8421
R^2 ajustado	0,5249	0,5882	0,7750	0,7922

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 8 reporta os resultados obtidos, a partir dos modelos criados referentes à equação (16). Assim, o modelo 1 procura estimar o impacto da taxa de crescimento do investimento em I&D para o crescimento da progresso tecnológico. Este modelo simples é claramente insuficiente na explicação do progresso tecnológico, fundando essa explicação apenas no esforço tecnológico próprio. Esta insuficiência traduz-se numa qualidade de ajustamento pobre, evidenciada por um R^2 ajustado de 0,1377.

A aplicação do método OLS permitiu concluir que a constante e a taxa de crescimento do GERD tem um impacto positivo e estatisticamente significativo na taxa de crescimento do progresso técnico. Estimámos que, um aumento em um ponto percentual da taxa de crescimento da despesa em I&D, tenha, em média, um impacto na taxa de crescimento do progresso tecnológico de 0,05955 pontos percentuais, sendo tudo o resto constante.

Considerando que estamos a analisar um país da periferia europeia, registando um atraso tecnológico muito significativo, o aumento do esforço tecnológico próprio contribui para a acumulação de competências de absorção de conhecimento, mas não tem um impacto direto muito forte sobre o crescimento económico. Tal facto também se observa na evolução desta variável, que evidencia uma trajetória de crescimento muito moderada até 2007, ano a partir do qual Portugal se transforma no *fastest grower* da UE, nesta dimensão. O investimento em I&D é relevante para a acumulação de competências de absorção e criação de conhecimento, mas o impacto na produtividade e no crescimento económico é estrutural, pelo que é também temporalmente diferido.

No modelo 2 incluímos a variável referente à taxa de crescimento do número de alunos no ensino superior, enquanto *proxy* da acumulação de capital humano. A aplicação do método OLS evidenciou que esta variável contribui para explicar o crescimento do progresso tecnológico. Concretamente, estima-se que um aumento em um ponto percentual da taxa de crescimento de alunos no ensino superior, tem, em média, um impacto na taxa de crescimento do progresso tecnológico de 0,201982 pontos percentuais, sendo tudo o resto constante. Já o contributo da taxa de crescimento do GERD (investimento em I&D) continua estatisticamente significativo e com uma magnitude semelhante.

Para o modelo 3 tentámos perceber o impacto da taxa de crescimento das patentes para o crescimento do progresso tecnológico. Neste caso, verificámos que as patentes têm um impacto negativo para o progresso tecnológico. As patentes são extremamente sensíveis aos setores económicos, assim como à estrutura económica dos diferentes países. Ou seja, em alguns setores económicos, o impacto do registo de uma patente é quase nulo.

No caso concreto de Portugal, tendo em conta que é um país essencialmente imitador, a produção de patentes não tem representatividade significativa nem é considerado como indicador relevante para explicar o crescimento do progresso tecnológico. Por outro lado, importa referir a elevada correlação existente com a variável GERD, condicionando a inferência estatística e a interpretação dos resultados.

No modelo 4 tentámos averiguar qual o impacto das importações para o crescimento do progresso tecnológico. Verificámos, a partir de aplicação do método OLS, que as importações têm um impacto positivo e estatisticamente significativo para

o crescimento do progresso tecnológico. Estimámos que, um aumento percentual da taxa de crescimento das importações, tenha, em média e com tudo mais constante, um impacto positivo de 0,164416 para o crescimento do progresso tecnológico. Observámos que a importação de tecnologia pode ter um impacto significativo na PTF.

Tabela 8. Modelos para estimação de A (i.e., do progresso técnico)

Variáveis para A	Modelo1	Modelo2	Modelo3	Modelo4
C	1,5111**	0,6840	0,9503	0,3214
GERD	5,9550**	4,5015*	5,9606**	2,8702*
Alunos no ensino sup		20,1982**	17,7202**	8,8068*
Patentes			-4,3300*	-1,5888
Importações				16,4416***
R^2	0,1709	0,3492	0,4311	0,7249
R^2 ajustado	0,1377	0,2950	0,3570	0,6725

Fonte: Elaboração própria

IV. Conclusão

Com o presente trabalho estimámos o contributo do investimento em I&D para a dinâmica do crescimento económico num país da periferia europeia. Neste sentido, escolhemos Portugal, no período pós adesão à CEE; i.e. no período pós 1986.

Na prossecução desse objetivo, fizemos, inicialmente, uma breve revisão seletiva da vasta literatura teórica e empírica disponível sobre o tema abordado.

Percebemos que a explicação do crescimento económico e das assimetrias, entre níveis e dinâmica de crescimento, releva uma importância que justifica o estudo dos mecanismo que geram esse crescimento.

Na abordagem neoclássica, a geração desse crescimento económico é dada pela taxa de acumulação de capital. O modelo original de Solow tem como pressupostos uma economia fechada e concorrência perfeita nos mercados. No entanto, o modelo original não consegue explicar o crescimento económico a longo prazo, pelo que foi necessário considerar o progresso tecnológico como um parâmetro exógeno ao seu modelo.

Em seguimento ao seu modelo, surgiram outros modelos que consideram o progresso tecnológico na função de produção (como fator produtivo), na tentativa de explicar o crescimento endógeno em equilíbrio no longo prazo, expondo a dinâmica do modelo de Solow. Estes modelos abandonam o pressuposto da concorrência perfeita, incentivando a produção de conhecimento e inovação como forma de diferenciação e aquisição de poder de mercado.

Nos capítulos II e III reavaliámos o contributo do investimento em I&D para o crescimento económico, após a adesão de Portugal à CEE, 1986, até ao ano de 2012.

Para este efeito, testámos empiricamente esta premissa, especialmente com base na contabilidade do crescimento.

Os principais resultados obtidos, para o período pós adesão à CEE até 2012, sugerem que a principal força motora do crescimento económico terá sido o incentivo dado pela abertura da economia nacional aos restantes países. A partir da análise empírica realizada, tais efeitos são causados pelas importações de máquinas e material de transporte.

Verifica-se um forte contributo para o crescimento económico das taxas de crescimento do investimento total, da taxa de crescimento da formação bruta de capital fixo e da taxa de crescimento das importações.

Com efeito, decorrente da adesão à CEE, as empresas sentem necessidade de aumentar a taxa de investimento, tendo em vista melhorar a sua competitividade, sendo, em grande parte, efetuada por recurso à importação de bens de equipamento e tecnologia mais avançada, aumentando a eficiência do trabalho.

Ao mesmo tempo, apesar de ser menos evidente, verifica-se um impacto positivo para o crescimento económico das taxas de crescimento da despesa do Estado em educação e do número de alunos no ensino superior: o impacto da melhoria de competências e da acumulação de capital humano, é positivo para a taxa de crescimento do PIB. Estas duas variáveis representam o crescente desenvolvimento das atividades em I&D em Portugal.

O investimento em I&D é relevante para a acumulação de competências de absorção e criação de conhecimento, mas o impacto na produtividade e no crescimento económico é estrutural, pelo que é também temporalmente diferido.

Em relação à taxa de crescimento das patentes e à taxa de crescimento das publicações, conclui-se que estas têm impacto insignificante como contributos para o crescimento económico.

É importante salientar, neste momento, as limitações da presente dissertação que, no entanto, constituiriam pontos interessantes para futuros estudos. As limitações deste trabalho passaram pela dificuldade na obtenção de dados para todos os anos do período considerado, tendo implicado recorrer a interpolação linear.

Pensamos que seria interessante recolher dados para um período mais relevante para variáveis de comunicação e multimédia, para estimar o contributo da evolução destas para o progresso tecnológico. A amostra considerada para este trabalho foi curta, pelo que o estudo de uma amostra temporal mais alargada e mais rica poderia revelar resultados diferentes e, eventualmente, mais interessantes.

Para trabalhos futuros sugerimos, então, o alargamento da amostra temporal, elaborando uma análise para um painel de dados, isto é, analisar, para Portugal e para outros países, as assimetrias setoriais do impacto do investimento em I&D. Seria interessante verificar, nas economias com perfis setoriais diferentes – países mais

caracterizados pelos setores de serviços ou países mais industriais – se os impactos do investimento em I&D seriam igualmente diferentes.

Referências Bibliográficas

- Afonso, O., (2006). “Skill-biased technological knowledge without scale effects”, *Applied Economics*, 38, pp. 13–21.
- Afonso, O., (2011). “R&D Direction and North-South Diffusion, Human Capital, Growth, and Wages”, *Economics Research International*, 2011, Article ID: 401928, 14 páginas.
- Aghion, P. e Howitt, P. (1992). “A model of growth through creative destruction,” *Econometrica*, 60, pp. 323–352.
- Atuahene-Gima, K. (1996).” Market Orientation and Innovation”. *Journal of Business Research*, 35, no.2, pp. 93–103.
- Atuahene-Gima, K. (1996). “The Influence of Innovation Orientation in Human Resource Management on New Product: The Moderating Role of Innovation Type”. *Journal of Market-Focused Management* 1, pp. 87–107.
- Barro, R. e Sala-i-Martin, X. (1997). “Technological diffusion, convergence, and growth,” *Journal of Economic Growth*, 2, no. 1, pp. 1–26, 1997.
- Basu S., Fernald J. G. (1997): “Returns to scale in U.S. production: estimates and implications”, *Journal of Political Economy*, 105, no.2, pp. 249–283.
- Blackorby C., Schworm W. (1982): “Aggregate investment and consistent intertemporal technologies”, *Review of Economic Studies*, 49, pp. 595–614.
- Blackorby C., Schworm W. (1984): “The structure of economies with aggregate measures of capital: a complete characterization”, *Review of Economic Studies*, 51, pp. 633–50.
- Blackorby C., Schworm W. (1988): “The existence of input and output aggregates in aggregate production functions”, *Econometrica*, 56, no.3, pp. 613–643.
- Blanchard O., Wolfers J. (2000): ‘The role of shocks and institutions
- Blaug, M. (1993). “The Methodology of Economics. Or How Economists Explain”, 2nd ed, Cambridge University Press, Cambridge.
- Bliss C. J. (1975): “Capital Theory and the Distribution of Income”, North-Holland, Amsterdam.
- Carroll, C. (2013). “The Rebelo AK Growth Model”, Johns Hopkins University, Baltimore.

Chirinko, R. (1993). “Business fixed investment spending: modeling strategies, empirical results, and policy implications”, *Journal of Economic Literature*, 31, pp. 1875–1911.

Clark, G. (2009). “Explaining Modern Growth”, Economics Department at UC Davis, 2009.

Damanpour, F. (1991). “Organizational Innovation: A Meta-Analysis of Effects of Determinants and Moderators”. *Academy of Management Journal*, 34, no. 3, pp. 555–590.

Drucker, P. (1969). “The Age of Discontinuity; Guidelines to Our changing Society”. New York: Harper and Row.

Felipe J. (2001): “Aggregate production functions and the measurement of infrastructure productivity: a reassessment”, *Eastern Economic Journal*, 27 (3), pp. 323–344.

Felipe, J. e Fisher, F.(2003). “Aggregation in Production Functions: What applied economists should know”, 54, no.2 e 3, pp. 208–262.

Gollin, D. (2002). “Getting income shares right”. *Journal of Political Economy*, 110, pp. 458–474.

Guellec, D. e van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2001), “R&D and Productivity growth: Panel data analysis of 16 OECD countries”, *OECD Economic Studies*, 2, no.3.

Ho, Y., Wong, P. e Toh, M. (2002), “The Impact of R&D on the Singapore Economy: An Empirical Evaluation”, National University of Singapore.

Hutcheson, G. D. (2011). “Ordinary Least-Squares Regression”. The *SAGE Dictionary of Quantitative Management Research*. Pages 224–228.

Jones, L. e Manuelli, R. (1990). “A convex model of equilibrium growth: theory and policy implications”, *Journal of Political Economy*, 98, pp. 1008–1038.

Krueger, A. (1999). “Measuring Labor’s share”, *National Bureau of Economic Research*, no. 7006

Kuznets, S. (1966). “Modern Economic Growth: Rate, Structure and Spread”, Yale University Press, New Haven, CT.

Lucas, R. (1988). “On the mechanics of economic development”, *Journal of Monetary Economics*, 22, no. 1, pp. 3–42.

- Mamuneas, T., Sawides, A., Stengos, T. (2006). “Economic development and the return to human capital: a smooth coefficient semiparametric approach”, *Journal of Applied Econometrics*, 21, 1st ed, pp. 111–132.
- Morellato, S. (2010). “Modelos de Regressão PLS com Erros Heteroscedásticos”, Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia.
- Musso, P. (2006). “Capital Obsolescence, Growth Accounting and Total Factor Productivity”. *Revue de l'OFCE*.
- NESTA (2009). “Innovation, knowledge spending and productivity growth in the UK: Interim report for NESTA Innovation Index project”, Novembro.
- Pessoa, A. (2010). “Políticas de Inovação”, Bubok Publishing, Portugal.
- Pessoa, A. (2007). “Innovation and Economic Growth: What is the actual importance of R&D”, Faculdade de Economia do Porto, no. 254.
- Pinho, J. (2008). “TQM and performance in small medium enterprises: The mediating effect of customer orientation and innovation”, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25, no. 3, pp. 256–275.
- Prajogo, D. e Sohal, A. (2001), “TQM and innovation: a literature review and research framework, *Technovation*, no. 21, pp. 539–558.
- Prajogo, D. e Sohal, A. (2003), “The relationship between TQM practices, quality performance, and innovation performance”, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 20, no. 8, pp. 901–18.
- Rebelo, S.(1991): “Long-Run Policy Analysis and LongRun Growth”, *Journal of Political Economy*, 99, no. 3, pp. 500 – 521.
- Rebelo, S. (1998). “The Role of Knowledge and Capital in Economic Growth”, Northwest University.
- Romer, P., (1987). “Growth based on increasing returns due to specialization”, *American Economic Review*, 77, pp. 56–62.
- Romer, P. (1990). “Endogenous Technological Change”, *Journal of Political Economy*, 98 (5), pp. 71–102.
- Romer, P. (2006), ”Advanced macroeconomics”, 3rd ed, Auckland, MacGraw-Hill.
- Schumpeter, J. (1946). “Economic theory and entrepreneurial history: Change and the entrepreneur.” Cambridge, MA: *Harvard University Press*.

Solow, R. (1956). "A contribution to the theory of economic growth." *Quarterly Journal of Economics*, 70, no. 1, pp. 65–94.

Solow, R. (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function", *The Review of Economics and Statistics*, 39, no. 3, pp. 312–320, The MIT Press.

Solow, R. (1986). "Another Possible Source of Wage Stickiness". G. A. Akerlof e Janet L. Yellen (eds).

Taylor, M. P. (2003). "Purchasing power parity", *Reviews of International Economics*, 11, no.3, pp. 436–452.

Ulku, H. (2004). "R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis", International Monetary Fund.

Young, A. (1995). "The tyranny of numbers: Confronting the statistical realities of the East Asian growth experience". *Quarterly Journal of Economics*, 110, pp.641–680.

Wooldridge, J. (2012). "Introductory Econometrics: A modern approach", 5th ed, Michigan State University.

Extras

Anexo 1

Ano	Taxa A	Tx PIB (pc)	Tx Pop ativa	Importação	FBCF	Tx FBCF	Tx GERD	Tx Public	spesa do E	Tx de investimento total	Tx publicações	Tx alunos matriculados	Tx Patentes
1986	3,1206232	3,32	0,000168	0	6909,28	60%	0	0	0	28,5	0	0	0
1987	7,52559926	7,63	0,008453	0,349989	8956,48	0,296297	0,252753	0,26986	0,20859	31,1	0,114457831	0,102734051	0
1988	5,25871899	5,34	0,009068	0,302209	10978,02	0,225707	0,201758	0,212512	0,263661	32	0,035135135	0,054461785	0
1989	6,59445388	6,65	0,011584	0,169465	12553,05	0,143471	0,36979	0,352104	0,227938	30,7	0,036553525	0,100642069	0
1990	7,79112554	7,86	0,016932	0,186371	14721,71	0,17276	0,269961	0,260412	0,203176	29,9	0,26070529	0,161339444	0
1991	3,3249678	3,37	0,02216	0,080762	16058,1	0,090777	0,272577	0,318611	0,301865	28,4	0,0999001	0,183132851	0,25
1992	3,15205583	3,13	-0,07143	0,057867	17289,59	0,07669	0,214193	0,241626	0,200389	27,4	0,224341508	0,168845701	0,312195122
1993	-0,6814139	-0,69	-0,00467	-0,00606	17005,56	-0,01643	0,046826	0,047207	0,049607	25,7	0,206231454	0,127177453	-0,252788104
1994	1,45030306	1,49	0,01228	0,146535	18613,12	0,094531	0,046826	0,05033	0,054814	26,1	0,351168512	0,097122098	0,343283582
1995	2,30311695	2,33	-0,00392	0,114899	20260,1	0,088485	0,046826	0,053477	0,109459	26,2	0,093309058	0,075434659	-0,177777778
1996	3,65641052	3,69	0,007257	0,074635	22007,64	0,086255	0,126996	0,114769	0,103767	26,9	0,122814321	0,079446044	-0,189189189
1997	4,33944074	4,41	0,01372	0,138696	26062,3	0,184239	0,112685	0,102953	0,097849	29,3	0,17500927	0,066078522	-0,094444444
1998	5,05835185	5,14	0,049686	0,129939	29856,26	0,145573	0,206163	0,204142	0,100806	30,9	0,157778479	0,039949121	0,374233129
1999	4,0369766	4,07	0,007928	0,085632	32340,71	0,083214	0,170925	0,169533	0,08571	31,3	0,116380485	0,026813594	0,071428571
2000	3,8784138	3,92	0,017581	0,145809	35238,3	0,089596	0,137273	0,062046	0,067022	31,6	0,092285156	0,047520951	-0,195833333
2001	1,94765451	1,97	0,018904	0,015791	36268,26	0,029228	0,120703	0,058421	0,084997	30,8	0,089405454	0,037346319	0,113989637
2002	0,75232759	0,76	0,015511	-0,0191	35977,93	-0,00801	-0,00908	-0,01877	0,081265	29,3	0,133155519	0,022950558	0,018604651
2003	-0,8967256	-0,91	0,009708	-0,01968	33846,61	-0,05924	-0,00916	-0,01913	-0,03734	27	0,107912366	0,010665631	0,442922374
2004	1,5482406	1,56	0,005036	0,101506	34699,73	0,025205	0,089022	0,042223	0,018144	26,6	0,131557444	-0,014390105	0,025316456
2005	0,7662132	0,78	0,010405	0,051898	35412,83	0,020551	0,081745	0,040513	0,025799	26,6	0,075823224	-0,035756322	0,265432099
2006	1,4404095	1,45	0,007647	0,115458	35890,13	0,013478	-0,1367	0,150756	-0,0072	25,9	0,230903477	-0,035767069	-0,085365854
2007	2,35014943	2,37	0,005548	0,06881	37629,19	0,048455	0,902489	0,131006	-0,00431	25,7	0,090522412	-0,001587207	0,304
2008	-0,0196905	-0,01	0,001175	0,075793	38634,72	0,026722	0,310403	0,341011	0,016109	25,9	0,192019202	0,027780732	0,325153374
2009	-2,8704418	-2,91	-0,0075	-0,18645	34629,46	-0,10367	0,06929	0,126475	0,15769	23,3	0,098330397	-0,010386902	0,305555556
2010	1,94793565	1,94	-0,00036	0,13079	33829,85	-0,02309	-0,00565	0,020066	0,006089	22,3	0,073027271	0,028485102	-0,095744681
2011	-1,2154593	-1,25	-0,00672	0,016484	30778,98	-0,09018	-0,05183	-0,0624	-0,07953	20,6	0,060084004	0,032951278	0,050980392
2012	-3,2241791	-3,23	-0,00873				-0,05266	-0,05873	-0,15943		0,10670875	-0,01512865	0,034825871

Anexo 2

Dependent Variable: TX_CRESCIMENTO_DO_PIB__P

Method: Least Squares

Date: 07/15/14 Time: 20:19

Sample (adjusted): 1986 2011

Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.884007	0.528173	1.673707	0.1083
TX_GERD	3.966989	1.995478	1.987989	0.0594
TX_FBCF	11.37320	2.807208	4.051427	0.0005
TX_POP_ATIVA	23.99734	20.03234	1.197930	0.2437
R-squared	0.538688	Mean dependent var		2.592692
Adjusted R-squared	0.475782	S.D. dependent var		2.679701
S.E. of regression	1.940182	Akaike info criterion		4.304079
Sum squared resid	82.81474	Schwarz criterion		4.497632
Log likelihood	-51.95303	Hannan-Quinn criter.		4.359815
F-statistic	8.563346	Durbin-Watson stat		1.518598
Prob(F-statistic)	0.000591			

Dependent Variable: TX_CRESCIMENTO_DO_PIB__P

Method: Least Squares

Date: 07/15/14 Time: 20:20

Sample (adjusted): 1986 2011

Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.158969	0.902801	0.176085	0.8619
TX_GERD	4.081006	1.999655	2.040855	0.0540
TX_FBCF	11.89126	2.856709	4.162571	0.0004
TX_POP_ATIVA	25.46820	20.09592	1.267332	0.2189
TX_PUBLICACOES	5.053481	5.102089	0.990473	0.3332
R-squared	0.559277	Mean dependent var		2.592692
Adjusted R-squared	0.475329	S.D. dependent var		2.679701
S.E. of regression	1.941019	Akaike info criterion		4.335344
Sum squared resid	79.11863	Schwarz criterion		4.577286
Log likelihood	-51.35948	Hannan-Quinn criter.		4.405015
F-statistic	6.662233	Durbin-Watson stat		1.374965
Prob(F-statistic)	0.001261			

Dependent Variable: TX_CRESCIMENTO_DO_PIB__P
Method: Least Squares
Date: 07/15/14 Time: 20:26
Sample (adjusted): 1986 2011
Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.090687	0.645467	0.140498	0.8897
TX_GERD	2.573914	1.466461	1.755187	0.0945
TX_FBCF	7.126677	2.290196	3.111819	0.0055
TX_POP_ATIVA	11.05725	14.70253	0.752065	0.4608
TX_PUBLICACOES	1.075783	3.748204	0.287013	0.7771
TX_IMPORTACOES	14.55009	3.167246	4.593926	0.0002
R-squared	0.785558	Mean dependent var		2.592692
Adjusted R-squared	0.731947	S.D. dependent var		2.679701
S.E. of regression	1.387383	Akaike info criterion		3.691890
Sum squared resid	38.49665	Schwarz criterion		3.982220
Log likelihood	-41.99457	Hannan-Quinn criter.		3.775495
F-statistic	14.65304	Durbin-Watson stat		1.231456
Prob(F-statistic)	0.000004			

Dependent Variable: TX_CRESCIMENTO_DO_PIB__P
Method: Least Squares
Date: 07/15/14 Time: 20:27
Sample (adjusted): 1986 2011
Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.241841	0.578528	-0.418028	0.6806
TX_GERD	1.835303	1.313030	1.397762	0.1783
TX_FBCF	6.457703	2.020067	3.196776	0.0047
TX_POP_ATIVA	14.89804	12.94832	1.150577	0.2642
TX_PUBLICACOES	1.054128	3.280514	0.321330	0.7515
TX_IMPORTACOES	12.30758	2.896818	4.248656	0.0004
TX_DESPESA_DO_ESTADO	7.563421	2.836643	2.666328	0.0153
R-squared	0.843948	Mean dependent var		2.592692
Adjusted R-squared	0.794669	S.D. dependent var		2.679701
S.E. of regression	1.214266	Akaike info criterion		3.450961
Sum squared resid	28.01440	Schwarz criterion		3.789679
Log likelihood	-37.86249	Hannan-Quinn criter.		3.548499
F-statistic	17.12575	Durbin-Watson stat		1.712590
Prob(F-statistic)	0.000001			

Dependent Variable: TX_CRESCIMENTO_DO_PIB__P

Method: Least Squares

Date: 07/15/14 Time: 22:57

Sample (adjusted): 1986 2011

Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-15.18142	3.761007	-4.036532	0.0006
TX_GERD	2.866182	1.939950	1.477451	0.1537
TAXA_DE_INVESTIMENTO_TOT	0.627239	0.138895	4.515930	0.0002
TX_POP_ATIVA	-3.086749	20.56049	-0.150130	0.8820
R-squared	0.581992	Mean dependent var		2.592692
Adjusted R-squared	0.524991	S.D. dependent var		2.679701
S.E. of regression	1.846874	Akaike info criterion		4.205504
Sum squared resid	75.04077	Schwarz criterion		4.399058
Log likelihood	-50.67156	Hannan-Quinn criter.		4.261241
F-statistic	10.21019	Durbin-Watson stat		1.271318
Prob(F-statistic)	0.000207			

Dependent Variable: TX_CRESCIMENTO_DO_PIB__P

Method: Least Squares

Date: 07/15/14 Time: 23:01

Sample (adjusted): 1986 2011

Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-13.71750	3.570570	-3.841823	0.0009
TX_GERD	4.160755	1.908986	2.179563	0.0408
TAXA_DE_INVESTIMENTO_TOT	0.578248	0.131409	4.400368	0.0002
TX_POP_ATIVA	-1.572552	19.15510	-0.082096	0.9353
TX_PATENTES	-3.784052	1.807503	-2.093525	0.0486
R-squared	0.654169	Mean dependent var		2.592692
Adjusted R-squared	0.588297	S.D. dependent var		2.679701
S.E. of regression	1.719406	Akaike info criterion		4.092876
Sum squared resid	62.08351	Schwarz criterion		4.334818
Log likelihood	-48.20739	Hannan-Quinn criter.		4.162547
F-statistic	9.930836	Durbin-Watson stat		1.542171
Prob(F-statistic)	0.000113			

Dependent Variable: TX_CRESCIMENTO_DO_PIB__P

Method: Least Squares

Date: 07/15/14 Time: 23:05

Sample (adjusted): 1986 2011

Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-9.732552	2.797821	-3.478619	0.0024
TX_GERD	2.571777	1.458854	1.762875	0.0932
TAXA_DE_INVESTIMENTO_TOT	0.395893	0.106018	3.734212	0.0013
TX_POP_ATIVA	-5.238861	14.18520	-0.369319	0.7158
TX_PATENTES	-1.777547	1.415490	-1.255782	0.2237
TX_IMPORTACOES	12.93696	3.013317	4.293261	0.0004
R-squared	0.820030	Mean dependent var	2.592692	
Adjusted R-squared	0.775038	S.D. dependent var	2.679701	
S.E. of regression	1.270987	Akaike info criterion	3.516639	
Sum squared resid	32.30816	Schwarz criterion	3.806969	
Log likelihood	-39.71630	Hannan-Quinn criter.	3.600243	
F-statistic	18.22596	Durbin-Watson stat	1.418410	
Prob(F-statistic)	0.000001			

Dependent Variable: TX_CRESCIMENTO_DO_PIB__P

Method: Least Squares

Date: 07/15/14 Time: 23:18

Sample (adjusted): 1986 2011

Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-9.063829	2.719449	-3.332966	0.0035
TX_GERD	2.289695	1.412412	1.621124	0.1215
TAXA_DE_INVESTIMENTO_TOT	0.359813	0.104244	3.451640	0.0027
TX_POP_ATIVA	3.090434	14.55515	0.212326	0.8341
TX_PATENTES	-1.635818	1.362892	-1.200255	0.2448
TX_IMPORTACOES	11.87239	2.968066	4.000042	0.0008
TX_ALUNOS_MATRICULADOS	7.575127	4.643287	1.631415	0.1193
R-squared	0.842143	Mean dependent var	2.592692	
Adjusted R-squared	0.792293	S.D. dependent var	2.679701	
S.E. of regression	1.221270	Akaike info criterion	3.462464	
Sum squared resid	28.33851	Schwarz criterion	3.801182	
Log likelihood	-38.01203	Hannan-Quinn criter.	3.560002	
F-statistic	16.89366	Durbin-Watson stat	1.641701	
Prob(F-statistic)	0.000001			

Dependent Variable: TAXA_A
Method: Least Squares
Date: 07/15/14 Time: 23:26
Sample: 1986 2012
Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.511147	0.624294	2.420572	0.0231
TX_GERD	5.955021	2.622974	2.270332	0.0321
R-squared	0.170934	Mean dependent var		2.345762
Adjusted R-squared	0.137771	S.D. dependent var		2.823576
S.E. of regression	2.621867	Akaike info criterion		4.836838
Sum squared resid	171.8547	Schwarz criterion		4.932826
Log likelihood	-63.29731	Hannan-Quinn criter.		4.865380
F-statistic	5.154407	Durbin-Watson stat		0.794275
Prob(F-statistic)	0.032064			

Dependent Variable: TAXA_A
Method: Least Squares
Date: 07/15/14 Time: 23:28
Sample: 1986 2012
Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.684094	0.650147	1.052214	0.3032
TX_GERD	4.501584	2.438569	1.845994	0.0773
TX_ALUNOS_MATRICULADOS	20.19829	7.876652	2.564325	0.0170
R-squared	0.349237	Mean dependent var		2.345762
Adjusted R-squared	0.295006	S.D. dependent var		2.823576
S.E. of regression	2.370784	Akaike info criterion		4.668758
Sum squared resid	134.8948	Schwarz criterion		4.812740
Log likelihood	-60.02823	Hannan-Quinn criter.		4.711571
F-statistic	6.439879	Durbin-Watson stat		0.806430
Prob(F-statistic)	0.005769			

Dependent Variable: TAXA_A
Method: Least Squares
Date: 07/15/14 Time: 23:29
Sample: 1986 2012
Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.950345	0.637892	1.489821	0.1499
TX_GERD	5.960681	2.462925	2.420163	0.0238
TX_ALUNOS_MATRICULADOS	17.72020	7.644487	2.318037	0.0297
TX_PATENTES	-4.330089	2.378508	-1.820507	0.0817
R-squared	0.431199	Mean dependent var		2.345762
Adjusted R-squared	0.357008	S.D. dependent var		2.823576
S.E. of regression	2.264134	Akaike info criterion		4.608216
Sum squared resid	117.9050	Schwarz criterion		4.800192
Log likelihood	-58.21091	Hannan-Quinn criter.		4.665300
F-statistic	5.811986	Durbin-Watson stat		1.000164
Prob(F-statistic)	0.004143			

Dependent Variable: TAXA_A
Method: Least Squares
Date: 07/15/14 Time: 23:31
Sample (adjusted): 1986 2011
Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.321467	0.490362	0.655570	0.5192
TX_GERD	2.870212	1.739875	1.649666	0.1139
TX_ALUNOS_MATRICULADOS	8.806811	5.368228	1.640543	0.1158
TX_PATENTES	-1.588825	1.689036	-0.940670	0.3576
TX_IMPORTACOES	16.44163	3.311352	4.965231	0.0001
R-squared	0.724976	Mean dependent var		2.559991
Adjusted R-squared	0.672591	S.D. dependent var		2.646277
S.E. of regression	1.514191	Akaike info criterion		3.838681
Sum squared resid	48.14827	Schwarz criterion		4.080623
Log likelihood	-44.90285	Hannan-Quinn criter.		3.908351
F-statistic	13.83927	Durbin-Watson stat		1.121402
Prob(F-statistic)	0.000011			