

# CONVERGÊNCIA NA UNIÃO EUROPEIA: UMA ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

**António Pimenta**

Universidade dos Açores<sup>1</sup>  
spimenta@linus.uac.pt

**Francisco Silva (autor de contacto)**

Universidade dos Açores  
fsilva@notes.uac.pt

**José Vieira**

Universidade dos Açores  
josevieira@notes.uac.pt

## Resumo

Sendo um dos principais objectivos comunitários a Coesão Económica e Social entre os diferentes Estados-membros o estudo do processo de convergência assume uma importância relevante para os diferentes organismos responsáveis pela política económica da comunidade. Seguindo esta linha de investigação, o artigo contribui com novos resultados empíricos, com um ênfase nas diferentes variáveis a considerar, aquando do estudo da convergência económica e das relações existentes entre estas variáveis.

A hipótese de convergência entre países da União Europeia foi testada com base, não apenas na metodologia tradicional iniciada por Robert Barro e Xavier Sala i Martin em 1991 mas também em outras técnicas de estatística multivariada que apontam para resultados idênticos.

**Palavras-chave:** Convergência, Crescimento Económico, União Europeia.

---

<sup>1</sup> Rua da Mãe de Deus, Ponta Delgada. Tef. 29 650550 Fax. 296650083

# 1 Introdução

O primeiro objectivo da União Europeia está explicitamente referido nos Tratados da União Europeia no qual consiste em reforçar a Coesão Económica e Social entre os Estados-membros, promovendo a redução das disparidades entre os níveis de desenvolvimento das várias regiões. Assim sendo, a análise de convergência entre um grupo de economias (países, regiões, províncias) assume grande importância, na medida em que elevadas disparidades, podem dificultar o processo de coesão.

O processo de integração europeia pautou-se desde o seu início pela adopção de políticas económicas e sociais comuns com vista a alcançar um crescimento harmonioso dos níveis de vida dos cidadãos entre Estados-membros.

Neste contexto, a distribuição do produto *per capita* constitui um factor preponderante na análise da convergência. Um dos objectivos deste trabalho consiste, precisamente, em analisar, empiricamente, o comportamento do PIB *per capita* da União Europeia ao longo das últimas quatro décadas, com vista a averiguar a existência, ou ausência, de um processo de convergência do produto *per capita* dos diferentes países que formam esta União.

A metodologia teórica, que sustenta a análise empírica, segue o modelo de crescimento neoclássico proposto por Barro (1991) e Barro e Sala-i-Martin (1991, 1992a, 1992b) e Sala-i-Martin (1996), do qual resultam dois conceitos diferentes na análise: convergência beta ( $\beta$ ) e convergência sigma ( $\sigma$ ).

Apresentam-se neste trabalho um conjunto de resultados empíricos referentes à estimação econométrica das equações de regressão necessárias ao estudo da convergência beta absoluta e condicionada. É também efectuado um estudo da convergência sigma que se traduz em termos práticos pelo cálculo de um índice de correlação entre o PIB *per capita* dos diferentes países.

No caso da convergência condicionada sugere-se um conjunto de variáveis, que ao serem adicionadas na equação de regressão corrigem o facto dos países não apresentarem as mesmas características estruturais.

No estudo da convergência entre países ou regiões têm-se utilizado técnicas estatísticas que pressupõem uma relação de dependência entre taxas de crescimento do PIB e um conjunto de variáveis explicativas. Uma excepção consiste no cálculo de um índice de correlação simples entre o PIB *per capita* dos diferentes países ou regiões para distintos momentos no tempo. Neste trabalho pretende-se aplicar todo um conjunto de técnicas

estatísticas alternativas, que têm sido pouco utilizadas, com o objectivo de estudar a convergência económica entre países ou regiões. A estatística multivariada, considerando uma relação de interdependência entre todas as variáveis utilizadas, poderá contribuir, através da aplicação de um conjunto diverso de técnicas estatísticas, para um melhor entendimento do processo evolutivo dos principais indicadores económicos das diferentes economias que formam o espaço comunitário.

## **2 Revisão de literatura**

A análise da convergência é uma área fundamental no âmbito do crescimento económico, permitindo retirar conclusões sobre a evolução e distribuição do rendimento dos diferentes países ou regiões. Uma das vertentes mais seguidas consiste em averiguar se os países ou regiões mais pobres apresentam taxas de crescimento do PIB *per capita* superiores à média. Quando isto acontece, dizemos que o país ou região está em “convergência”.

A teoria do crescimento procura explicar o processo pelo qual uma economia mantém um crescimento sustentado, no longo prazo, do rendimento *per capita*. Nos factores explicativos do crescimento, o processo de acumulação de capital desempenha um papel central. Tradicionalmente aponta-se a poupança e o investimento em capital físico como o principal factor de crescimento económico. Com o passar dos anos o capital humano passou a ser considerado tão ou mesmo mais importante que o capital físico.

Numa fase inicial o modelo de crescimento exógeno dominou a literatura do crescimento económico, cujos principais autores são, Ramsey (1928), Solow (1956), Swan (1956), Cass (1965), Koopmans (1965) e Diamond (1965) entre outros. De acordo com a teoria neoclássica, a economia converge no longo prazo para um equilíbrio, *steady-state*, caracterizado pela igualdade entre a produtividade marginal do capital e o desgaste deste factor na produção-devido aos rendimentos decrescentes do investimento em capital fixo. Assumindo uma população constante, a taxa de crescimento a longo prazo é determinada apenas pela taxa exógena do crescimento tecnológico.

Nestas análises, o progresso técnico surge como uma variável exógena que possui um carácter residual. Calcula-se em primeiro lugar o aumento da produção imputável ao das quantidades dos factores e atribui-se o resto ao progresso técnico. Este factor engloba tudo o que contribui para o aumento da produção, sem que se possa determinar a sua origem.

Alterações na tecnologia são consideradas como um bem público comum a todos os países, de maneira a que todos eles partilham a mesma taxa de crescimento a longo prazo, determinado pelo progresso tecnológico.

Na década de oitenta, a teoria de crescimento endógeno revolucionou a literatura do crescimento económico Romer (1986, 1990, 1994), Lucas (1988) e Rebelo (1991). A tecnologia considerada como endógena, podendo ser manipulável, estando sujeita ao processo de tomada de decisão das empresas. A ruptura com o crescimento exógeno encontra-se na perspectiva tecnológica. O progresso técnico é influenciado pela acumulação de capital, resultado de processos como o da aprendizagem ou da provisão de bens públicos. Resultam, assim, rendimentos do capital não decrescentes e taxas de crescimento do produto positivas no longo prazo.

A introdução da possibilidade do progresso técnico exógeno facilita a explicação do crescimento de longo prazo e não modifica o prenúncio em termos de convergência, sempre e quando consideramos a tecnologia como um bem público, ao qual os países têm livre acesso. Neste sentido, aparece um novo elemento impulsionador de convergência, o *catching-up* tecnológico, Abramovitz (1986).

Exemplos de estudos empíricos, que analisam o processo de transmissão internacional da tecnológica, poderão ser encontrados em Fuente (1995) e Quah (2000), sustentam a ideia que existe um líder tecnológico e um grupo de seguidores que imitam a tecnologia do líder, resultando, assim, o investimento em novas tecnologias, mais acessível e permitindo-lhes beneficiar de um crescimento mais rápido.

Azariadis e Drazen (1990) identificam empiricamente padrões de comportamento persistentes das taxas de crescimento do rendimento *per capita* para períodos longos de tempo. Este comportamento não é sustentado pelo modelo de crescimento neoclássico, no qual prevê que países com níveis similares de tecnologia tendem a convergir no longo prazo.

As diferenças persistentes no crescimento económico poderão ser explicadas por factores tais como diferenças culturais, políticas ou religiosas, ou seja, por factores exógenos ao processo económico. Todavia, mesmo corrigindo estas diferenças estruturais, Azariadis e Drazen (1990) provam ser possível a existência de desigualdades persistentes nas taxas de crescimento económico para os vários países ao longo do tempo. De forma a explicar a não convergência das taxas de crescimento no longo prazo, acrescentam ao modelo neoclássico externalidades de natureza tecnológica.

Romer (1990) faz uma distinção fundamental para este tipo de argumento, socorrendo-se da definição de factor de produção privado (controlado por produtores individuais) e de factor de produção social (não controlado por um único produtor).

Importante contributo para as teorias do crescimento exógeno, resultam dos trabalhos realizados por Barro (1991) e Barro e Sala-i-Martin (1991, 1992a, 1992b), que utilizam a terminologia de convergência do tipo  $\beta$  (absoluta e condicionada) e convergência do tipo  $\sigma$  para explicar o fenómeno da convergência entre países ou regiões.

Verifica-se a convergência do tipo  $\beta$  absoluta (incondicional) entre diferentes economias, se a relação inversa entre a taxa de crescimento do PIB *per capita* e o rendimento inicial se verificar, sem que estes países apresentem diferentes características estruturais. Este conceito de convergência é já referenciado na literatura do crescimento económico por Barro (1984), Baumol (1986), DeLong (1988) e Barro (1991). Por seu lado, a convergência do tipo  $\beta$  condicionada verifica-se quando existe a mesma relação negativa, mas condicionada nas diferenças estruturais entre economias.

A convergência do tipo  $\sigma$ , traduz-se pelo decréscimo da dispersão do rendimento real *per capita* entre as diferentes economias num determinado intervalo de tempo, e aparece nos trabalhos de Easterlin (1960), Streissler (1979), Sala-i-Martin (1990) e Barro e Sala-i-Martin (1992a, 1992b).

Outra classificação da convergência aparece com Barro e Sala-i-Martin (1991) e Mankiw *et al* (1992), que expressa a formulação neoclássica tradicional. A convergência condicionada, considera que diferentes níveis de rendimento *per capita* não são as únicas diferenças relevantes existentes entre países. Neste caso, outras variáveis, como por exemplo, o grau de abertura da economia ao exterior (Harrison, 1995; Sachs e Warner, 1995), nível educacional (Barro e Lee, 1994, 2000) e Barro (1996, 1997), inflação (Levine e Renelt, 1992), despesa pública e investimento (Barro, 1991, 1996, 1997), consumo, esperança média de vida e taxa de fertilidade (Barro, 1991), entre muitas outras, são também relevantes para acentuar ou não o processo de convergência devendo-se, portanto, incluí-las na análise.

A convergência  $\beta$  tende a gerar convergência  $\sigma$ . No entanto, esse processo pode ser compensado por perturbações que aumentam a dispersão do produto *per capita* ou da produtividade dos países ou regiões em períodos distintos. Por outras palavras, convergência  $\beta$  representa uma condição necessária, mas não suficiente para que ocorra convergência  $\sigma$ .

Alguns dos testes de hipóteses para a convergência são postos em causa por Friedman (1992) e Quah (1993), consideram que a análise econométrica da hipótese de convergência sofre da *Falácia de Galton*. Galton, analisa a relação entre as alturas dos pais com os filhos, de uma determinada população, conclui que a tendência é que os filhos dos pais altos serem mais baixos do que os pais, mas que daí não se poderia concluir que eventualmente todos os homens seriam da mesma altura. Em termos de convergência, significa que pelo facto de se obter convergência  $\beta$  não permite concluir pela diminuição da dispersão do rendimento *per capita* (convergência  $\sigma$ ), pelo que estes autores consideram que este tipo de análise de convergência pode criar uma ilusão errada da relação entre os produtos *per capita* das economias.

Quah (1993) defende que a análise da convergência não deverá basear-se em comportamentos médios, pois estes ocultam diferentes realidades. Abandona a estimação de equações de convergência e propõe uma nova metodologia que consiste na estimação de matrizes de probabilidades de transição. Com a nova metodologia, pretende explicar porque razão alguns países pobres permanecem pobres enquanto outros deixam de ser pobres para passarem a ser ricos. Quah (1997) sugere como explicação para estas diferenças de comportamento efeitos de contaminação espaciais, mobilidade e padrões de troca entre países ou diferentes regiões.

A crítica à hipótese de convergência baseada na formação de clubes de convergência foi inicialmente formulada por Quah (1996) que assenta no facto do crescimento de uma economia apresentar pelo menos duas dimensões distintas. A primeira é o mecanismo pelo qual os agentes numa economia alteram de forma positiva os níveis de produto, as restrições tecnológicas e a capacidade de produção. A segunda é representada pelo processo de *catching-up* ou de convergência e diz respeito aos mecanismos que determinam a *performance* relativa dos países pobres e ricos e, em consequência, a ocorrência de crescimento económico diferenciado, em função do nível de PIB *per capita* dos países. Esta dimensão acentua o facto de que o importante para o processo de convergência é como o crescimento de um país se processa relativamente a outros países.

Fuente (1998) propõe uma resolução para o problema apontado por Quah (1996), relativamente às equações de convergência. Fundamentando a análise num modelo de crescimento exógeno e estimando a equação de convergência, de forma a identificar as causas fundamentais do crescimento ou diminuição da dispersão do rendimento *per capita* (para 18 países da OCDE entre 1970-1995). Depois, quantifica a contribuição

dos vários factores para o crescimento e convergência para cada país isoladamente, tendo, assim, uma maior percepção das variáveis que ajudam a explicar a evolução da distribuição do rendimento de cada um dos países da amostra.

Sala-i-Martin (1996) analisa e expande alguns dos resultados da literatura empírica em convergência regional. Este autor argumenta que, numa variedade de bases de dados, existe evidência de uma forte tendência para a convergência regional. Além disto, as taxas de convergência estimadas são de tal forma similares, para os diferentes grupos de dados, que se poderá concluir sobre a seguinte regra: as economias convergem a uma velocidade de dois por cento ao ano. Por outras palavras, cerca de dois por cento do *gap* entre os países pobres e os países ricos tende a ser eliminado durante um ano.

Esta regra é posta em causa por Quah (1996), que através de um exercício em que simula, pelo método de Monte Carlo, vários passeios aleatórios independentes do PIB, mostra que a velocidade de convergência de dois por cento é consistente para o caso de amostras de pequena dimensão, não sendo consistente no caso das amostras de grande dimensão, podendo assim, tratar-se de um fenómeno meramente estatístico que poderá não reflectir a realidade económica.

Sala-i-Martin (1996) reformula o seu modelo inicial de convergência, considerando aspectos estruturais tais como: taxas de formação de capital humano ou investimentos em infra-estruturas, variáveis estas que se incluem como variáveis explicativas na equação de regressão para a convergência  $\beta$ . A convergência  $\beta$  encontra-se, agora, condicionada de forma a que o coeficiente expresse a convergência que ocorreria se os diferentes países tivessem diferentes variáveis estruturais.

Tendências recentes na literatura económica põem em causa o optimismo reflectido pela teoria neoclássica do crescimento. As novas teorias do crescimento económico não prevêm a convergência como o único resultado possível. A Nova Geografia Económica, Krugman (1991) alega que a integração regional poderá estar na origem de uma maior desigualdade entre regiões, o que representa uma importante alteração na perspectiva económica tradicional.

A teoria do crescimento económico, na sua versão neoclássica implicava a convergência entre regiões pobres e regiões ricas. Este tipo de convergência traduz-se no facto das regiões mais pobres terem em média uma taxa de crescimento mais rápido do que as regiões mais ricas. Se assim for, numa amostra de regiões europeias deverá ser encontrada uma relação negativa entre o nível inicial do PIB e a taxa de crescimento num determinado período.

Quer os modelos de crescimento endógeno quer os modelos da Nova Geografia, Martin (1997), questionam este tipo de convergência. Consideram que a integração do comércio poderá levar à divergência económica. Segundo esta perspectiva, a redução dos custos de transacção poderá ocasionar a concentração espacial de indústrias com rendimentos crescentes à escala no centro, enquanto que as regiões ditas periféricas especializar-se-ão em indústrias com rendimentos constantes à escala, como é o caso da agricultura e da indústria com fraca tecnologia.

O crescimento económico resulta da acumulação endógena da experiência obtida pelo processo de aprendizagem, sem tendência para os rendimentos decrescentes no longo prazo, Lucas (1988). Neste contexto, o comércio regional poderá originar que uma região se especialize em indústrias com vantagens comparativas, mas para as quais as oportunidades de aprendizagem são relativamente pequenas de maneira a que a taxa de crescimento nesta região apresentará um valor baixo devido à integração do comércio.

Grande parte dos novos modelos de crescimento tem como principal preocupação a influência do capital humano nos modelos de crescimento económico em diferentes cenários. Por exemplo, Mankiw, Romer e Weil (1992) alargam o modelo de crescimento económico de Solow de forma a incorporar a influência desta variável. Benhabib e Spiegel (1994), apresentam um modelo em que o factor humano leva ao crescimento económico quer pela acumulação do capital quer como fonte inovação e desenvolvimento (I&D).

O capital humano sempre foi considerado como uma das fontes principais da teoria do crescimento económico. No entanto, a introdução deste input nos modelos de crescimento não fora feita até meados dos anos oitenta. Deste então passa a ser incluído em estudos empíricos que tentam quantificar a importância relativa no crescimento económico. Alguns exemplos podem ser encontrados em Azariadis e Drazen (1990), Barro e Lee (1994), Benhabib e Spiegel (1994), Islam (1995), Pritchett (1999), Fuente e Domenéch (2000).

A Nova Teoria do Crescimento contribui para o enriquecimento da teoria do crescimento económico com modelos mais complexos. Rebelo (1991), mostra que a estrutura mais simples que gera um modelo de crescimento endógeno é aquele em que não há rendimentos marginais decrescentes em relação ao factor de produção acumulado (que aquele considera como o capital físico e humano).

A hipótese mais simples, neste caso, é supor que os rendimentos são constantes à escala. Esta formulação, contudo, foi criticada por Solow (1994) que considera que só por um "acaso da natureza" é que se verifica aquela hipótese.

Easterly e Levine (2001) e Romer (2001), afirmam que a grande limitação do modelo neoclássico é supor um grau de tecnologia igual para todos os países. Para Romer, tal limitação evidencia a sua grande implicação: os países são pobres não por políticas frágeis mas sim porque têm, de uma maneira exógena, diferentes preferências que causam menores ritmos de acumulação de capital físico e humano.

Em termos gerais, e de uma maneira que praticamente complementa a crítica anterior, Sala-i-Martin (2001) apresenta as seguintes conclusões: “o crescimento económico está positivamente correlacionado com a estabilidade política e económica, com o grau de abertura da economia ao exterior, pouca intervenção pública, o investimento em capital humano, educação e saúde e com o investimento em capital físico e máquinas”.

### 3 Modelo teórico de convergência

#### Convergência do tipo beta

A convergência do tipo  $\beta$  traduz-se numa relação inversa entre a taxa de crescimento do PIB *per capita* e o nível inicial de rendimento. De forma a testar-se a verificação de este tipo de convergência poder-se-á estimar a seguinte equação de regressão:

$$\log(y_{i,t}) = a + (1 - \beta) \cdot \log(y_{i,t-T}) + \mu_{i,t} \quad (3.1)$$

na qual:

$i$  = país ou região da amostra;

$y_{i,t}$ , representa o PIB *per capita* no ano  $t$  para a economia  $i$ ;

$\mu_{i,t}$ , erro aleatório;

$\log(y_{i,t})$ , representa o logaritmo do PIB *per capita* no ano  $t$  para a economia  $i$ .

Uma estimativa para  $\beta$  superior a zero coincide com a hipótese de convergência do tipo  $\beta$  pois define uma relação inversa entre a taxa de crescimento do PIB *per capita* entre os anos  $t$  e  $t - T$ ,  $\log(y_{i,t} / y_{i,t-T})$ , e o nível inicial do PIB *per capita*,  $\log(y_{i,t-T})$ .

O erro aleatório e o termo constante captam o efeito das variáveis que não estão presentes na equação, como sejam a função produção e a taxa de poupança.

Assume-se que  $\mu_{i,t}$  tem média zero, e variância,  $\sigma_u^2$ , constante para todas as economias.

### Estimação da velocidade de convergência

De forma a encontrar estimativas para a velocidade de convergência parte-se do pressuposto que as diferentes economias são descritas por um modelo de crescimento do tipo neoclássico ou de crescimento exógeno.

Considerando um função de produção do tipo Cobb Douglas:

$$Y_i(t) = [K_i(t)]^\alpha [A_i(t)L_i(t)]^{(1-\alpha)} \quad (3.2)$$

demonstra-se (veja-se, por exemplo Sala-i-Martin (1996) que a equação de regressão que permite estimar a velocidade de convergência apresenta a seguinte configuração:

$$\frac{1}{T} [\log y_i(t) - \log y_i(t-T)] = a + b \log y_i(t-T) \quad (3.3)$$

onde:

$y_i(t)$ , representa o PIB *per capita* no momento  $t$

$y_i(t-T)$ , representa o PIB *per capita* inicial

$$b = -\frac{(1 - e^{-\beta T})}{T} \quad (3.4)$$

$b$  corresponde ao valor estimado pela equação de regressão e  $\beta$  à velocidade de convergência.

Obtendo-se a estimativa de  $b$  facilmente se chega ao valor da velocidade de convergência  $\beta$ . Assim:

$$-bT = 1 - e^{-\beta T}$$

$$\Leftrightarrow e^{-\beta T} = 1 + bT$$

$$\Leftrightarrow \beta = -\ln(1 + bT)/T$$

onde:  $b$  = coeficiente estimado;

$\beta$  = coeficiente de convergência;

$T$  = intervalo de tempo utilizado nas observações.

### Convergência do tipo sigma

A convergência  $\sigma$ , ocorre quando se verifica uma diminuição da dispersão dos níveis de rendimento *per capita*. Para medir a dispersão do rendimento para os diferentes países ou regiões, calcula-se a variância do logaritmo do rendimento na amostra:

$$\sigma^2 = (1/n) \sum_{i=1}^N [\log(y_{i,t}) - \mu_t]^2 \quad (3.5)$$

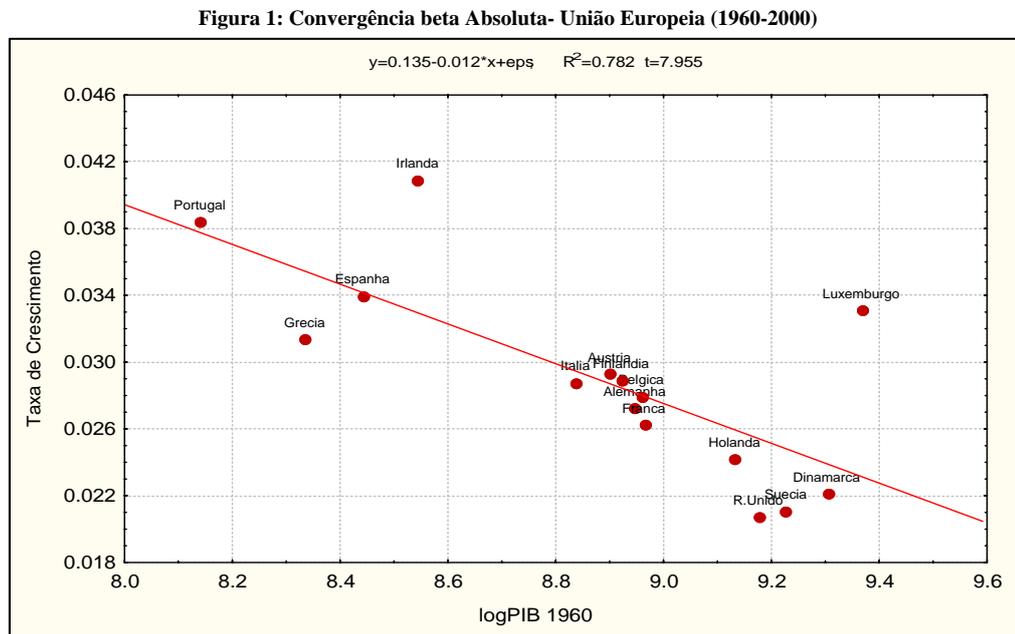
onde  $\mu_t$ , é a média do  $\log(y_{i,t})$  na amostra.

## 4 Análise empírica

### Convergência do tipo beta Absoluta

A convergência  $\beta$ , como definida na base teórica do modelo, ocorre quando as economias mais pobres tendem crescer mais rapidamente do que as economias ditas mais ricas.

Uma forma de visualizar esta relação consiste em representar graficamente (Figura 1), os pontos que dão o nível do PIB *per capita* inicial e a taxa de crescimento posterior em cada país da amostra, bem como a respectiva recta de regressão ao longo do período 1960 a 2000.

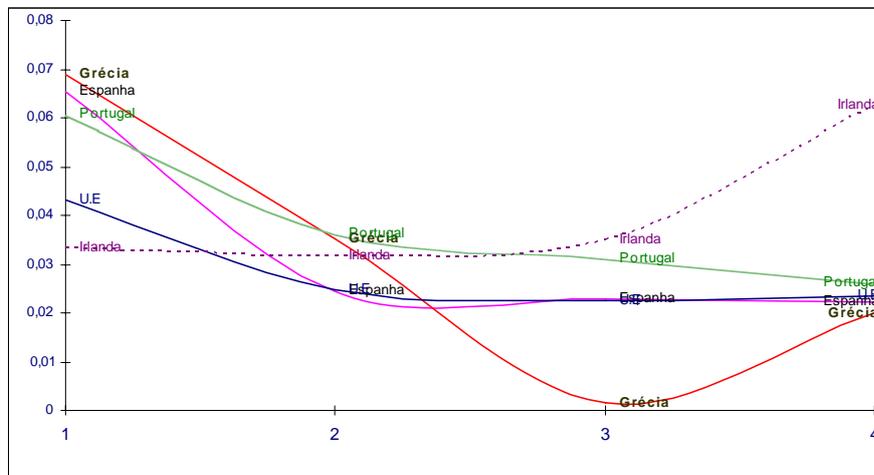


A verificação da propriedade de convergência exige que a recta estimada tenha uma inclinação negativa. Um ponto abaixo da recta significa que o país em causa teve uma baixa *performance* face ao esperado (fraco crescimento dado ao nível de rendimento inicial).

O mapa mostra uma clara evidência a favor da existência de um processo de convergência  $\beta$  absoluta entre 1960 e 2000. Países que partiram com rendimentos mais baixos em 1960: Portugal, Grécia, Espanha e Irlanda, foram aqueles que passaram por um processo de crescimento mais intenso ao longo dos 40 anos de acordo com a definição neoclássica do crescimento.

Uma análise mais pormenorizada, poder-se-á visualizar (Figura 2), na qual são representadas as taxas de crescimento médio do PIB *per capita* ao longo de quatro décadas dos países da Coesão (Portugal, Espanha, Grécia e Irlanda). Assim, iremos tentar estabelecer uma comparação entre estes países e a média europeia

Figura 2: Taxa de crescimento do PIB *per capita* – Países da Coesão (1960-2000)



Num período de quarenta anos, comparando com a Espanha e a Grécia, Portugal foi o país que mais caminho percorreu, pois em 1960 era o país com o mais baixo PIB *per capita* da Europa. Mas, em relação às restantes economias, Portugal, em 2000 ainda está a  $\frac{3}{4}$  (75,9%) da média europeia. Mas, na década de 60, era de menos da metade (41,7%) a preços constantes de 1996.

A partir da década de 90 as taxas de crescimento anual dos quinze abrandaram nitidamente. Neste período a grande exceção é a Irlanda, com elevadas taxas de crescimento (superiores a 7% na segunda metade da década de 90), duas vezes e meia superior à media da União Europeia. A economia Irlandesa beneficiou grandemente da adesão à UE, do forte crescimento internacional verificado no sector da tecnologia de informação e da globalização de fluxos de comércio, investimento e tecnologia.

O grau de convergência económica ocorrida em termos gerais poder-se-á medir através da evolução do PIB *per capita* relativamente à média europeia. No período compreendido entre 1960 e 2000, Portugal registou taxas médias anuais de crescimento

do produto *per capita* superiores à média europeia. Nestes termos poderemos afirmar que houve convergência económica substancial com a Europa.

### **Convergência do tipo beta absoluta: estimação econométrica**

A convergência  $\beta$  absoluta ocorre quando as economias que partiram de níveis inferiores de rendimentos *per capita* cresceram a um ritmo superior às economias com maior rendimento.

A existência de convergência prevista pelos modelos de crescimento exógeno considera as economias com as mesmas características estruturais.

A maneira tradicional de testar a convergência entre países ou regiões, proposta por Barro e Sala-i-Martin (1991, 1992a, 1992b), aplicam um modelo linear simples da taxa de crescimento do PIB em relação ao *ln* do PIB *per capita* no momento inicial para a economia *i*.

De forma a testar a convergência absoluta, foi efectuada uma regressão bivariada em que se considera como variável dependente a taxa média de crescimento do PIB *per capita* como variável independente o *ln* do PIB *per capita* no início do período em consideração. A equação estimada apresenta a seguinte configuração:

$$\frac{1}{T} [\ln y_i(t) - \ln y_i(t-T)] = a + b \ln y_i(t-T) + u_i \quad (4.1)$$

onde,

$i = 1 \dots, 14$  (número de países da amostra);

$y_i(t)$ , PIB *per capita* no momento final para a economia *i*;

$y_i(t-T)$ , PIB *per capita* no momento inicial para a economia *i*;

$(u_i)$ , erro aleatório;

T= número de anos no período

Para a estimação econométrica dos parâmetros da equação (4.1) utilizamos o método dos Mínimos Quadrados Simples (OLS) que somente possibilitam a obtenção do coeficiente  $\beta$  de modo indirecto. Sendo o seu valor obtido através de:  $\beta = -\frac{\ln(1+bT)}{T}$ .

O número de anos que cada país demora em média a ultrapassar a metade da distância inicial relativamente ao estado de equilíbrio é dado pela solução da seguinte equação:

$$e^{-\beta t} = \frac{1}{2}, \text{ ou seja } t = \frac{\ln(2)}{\beta} \text{ (Sala-i-Martin (1996)). Por outras palavras, } t = \frac{\ln(2)}{\beta},$$

tempo necessário para que os países mais pobres atinjam a metade do caminho em direção à convergência para com os países mais ricos.

Interessa salientar que a medição de convergência é um fenómeno de longo prazo, pelo que não tem qualquer significado estar a comparar taxas de crescimento para períodos de alguns anos, pois estes estão enviesados de problemas referentes a ciclos económicos, condições temporais específicas e outros factores que nada têm a ver com o fenómeno convergência de níveis de desenvolvimento das economias. Por isso se tomam muitas vezes médias, como por exemplo uma média móvel de 10 anos, ou comparações ao longo da totalidade de um ciclo económico, para medir a convergência ou a divergência entre economias Sala-i-Martin (1996).

O estudo empírico foi repetido para diferentes horizontes temporais, iniciando-se com um período mais abrangente 1960 a 2000, que depois foi sucessivamente reduzido em quatro subperíodos: 1960-1970, 1970-1980, 1980-1990, 1990-2000 estimando sucessivamente o parâmetro  $b$  da equação (4.1).

**Tabela 1: Convergência beta absoluta – União Europeia**  
**Variável dependente:** Taxa de crescimento do PIB real *per capita*- **independente:**  $\ln$  PIB *per capita* inicial

	1	2	3	4	5
	(1960-2000)	(1960-1970)	(1970-1980)	(1980-1990)	(1990-2000)
Constante	0.07065 (7.955)	0.130 (4.923)	0.0968 (4.274)	0.0592 (1.457)	0.138 (2.082)
$\ln$ PIB inicial	-0.01516* (-6.559)	-0.02872(*) (-4.176)	-0.0211(*) (-3.773)	-0.0119 (-1.393)	-0.0303 (***) (-1.945)
R <sup>2</sup>	0.782	0.592	0.543	0.111	0.241
F	43.02	17.45	14.235	1.502	3.781
D-Watson	2.371	1.387	2.364	2.048	1.606
Anos	29.9	20.4	29.1	54.2	19.1
$\beta^{(1)}$	0.023	0.034	0.023	0.013	0.036

NOTA: Valores da estatística t de student entre parêntesis.  $\beta^{(1)} = -\ln(1+bT)/T$ ; Nível de Significância: (\*) 1%; (\*\*) 5%; (\*\*\*) 10%

Na Tabela1, descrevem-se os resultados obtidos nas diferentes regressões. Para cada um dos horizontes temporais transcreve-se o valor da constante do modelo, o coeficiente de regressão, a qualidade de ajustamento do modelo, bem como os valores das estatísticas F de Fisher, Durbin-Watson e velocidade de convergência.

Adicionalmente foi realizado o teste de *White* de forma a testar a heteroscedasticidade para cada uma das equações de regressão não se rejeitando a hipótese de homoscedasticidade em nenhum dos casos. Consistiu o teste em estimar uma equação de regressão do quadrado dos resíduos na variável independente e na variável

independente ao quadrado. A estatística de teste é dada pelo produto do número de observações ( $N=14$ ) com a qualidade de ajustamento da regressão anterior. A estatística de Durbin-Watson em nenhum dos casos concluiu sobre a presença de autocorrelação no modelo.

Ao analisar isoladamente cada uma das equações: (2) foi aquela em que o processo de convergência foi mais evidente: cada economia converge, em média, à taxa de 3.4%/ano para o seu estado de equilíbrio, o que significa que um país demorará em média 20.4 anos a ultrapassar metade da distância que o separa da situação de equilíbrio. Por outras palavras, o resultado é a favor da convergência absoluta mas a uma taxa de crescimento “lenta”, pelo que a igualização dos níveis de rendimento dos cidadãos da UE demorará algum tempo, de acordo com o modelo de convergência absoluta. Na equação (3), verifica-se um abrandamento no processo de convergência, passando de 3.4% na década anterior para 2.3%, aumentando, assim a distância que os separa para 29.1 anos *half-life*. Na equação (4), embora o sinal para o coeficiente do PIB *per capita* inicial, seja o esperado, mostra-se não significativo aos níveis de 5% e 10% respectivamente. Cada país converge, em média, à taxa 1.2% ao ano para o seu estado de equilíbrio o que significa que um Estado-membro demorará em média 54.2 anos a ultrapassar metade da distância que o separa da situação de equilíbrio. Este fenómeno poderá estar relacionado com os choques petrolíferos no início e finais da década de 70. Na equação (5), verifica-se uma aceleração do processo de convergência, mas, estatisticamente significativa apenas a 10% e  $R^2$  de 0.241.

O interesse do estudo, está em saber se num período de 40 anos houve ou não convergência entre os países da UE? Qual a distância que demora, em média, um país a ultrapassar metade da distância, que os separa, entre a situação inicial relativamente ao estado de equilíbrio?

Na equação (1), o sinal para o coeficiente do rendimento inicial é negativo e estatisticamente significativo ao nível de 5%. Cada economia convergiu, em média, no período 1960 a 2000, à taxa de 2.3% ao ano para o estado de equilíbrio. Cada economia demorará, em média 29.9 anos para reduzir metade do *gap* que separa uma economia do seu *steady state*.

### **Convergência do tipo beta condicionada**

A convergência  $\beta$  absoluta realizada nos pontos anteriores, considera que o grupo de países em análise apresenta as mesmas características estruturais. Neste ponto, iremos

considerar a hipótese de diferenças estruturais entre os países irão alterar ou não os resultados relativos à convergência  $\beta$  absoluta.

A convergência  $\beta$  condicionada, como referimos nos pontos anteriores, resulta se ao acrescentarmos, às regressões entre os níveis de rendimento inicial e as taxas de crescimento subsequentes, variáveis, que, de algum modo funcionem como *proxy* da situação de equilíbrio de longo prazo das diferentes economias.

Os estudos empíricos de convergência  $\beta$  condicionada permitem-nos identificar os factores de crescimento e a velocidade de convergência da economia média da amostra relativamente à sua situação de equilíbrio de longo prazo.

No entanto, a posição de cada economia da amostra não é individualizada directamente nas equações de regressão. Daí resulta que não obtemos, através da estimação daquelas equações, informação sobre a posição relativa de cada país em termos da importância da inclusão de variáveis na explicação da taxa de crescimento do PIB real *per capita*.

Será importante realçar que a escolha da regressão-base: 1960-2000, não se afasta dos inúmeros trabalhos elaborados neste contexto, em que a variável dependente é a taxa de crescimento do PIB *per capita* é explicada pela despesa pública, pelos anos médios de educação, grau de abertura, investimento privado e número de revoluções.

A equação estimada foi formulada, obedecendo à seguinte especificação:

$$\frac{1}{T}[\ln y_i(t) - \ln y_i(t-T)] = a + b \ln y_i(t-T) + \sum_{i=1}^5 b X_i + u_i$$

sendo  $X_i$ : taxa de investimento privado em % do PIB, grau de abertura em % do PIB, despesa pública em % PIB, número de anos médios de educação da população  $\geq 25$  anos, número de revoluções ) em valores médios e  $u_i$  um erro aleatório.

A Tabela 2 contém os resultados da estimação da equação acima descrita. Na coluna (1) 1960-2000, estimou-se a equação sem considerar a influência do capital humano. Na coluna (2) 1960-2000, estimou-se a mesma equação considerando a influência do capital humano no processo de convergência. Nas colunas (3), (4), (5) e (6) estimou-se a equação considerando a influência de todas as variáveis utilizadas no modelo-base, sem nunca abandonar aquelas que não possuem poder explicativo.

**Tabela 2 Convergência beta Condicionada - União Europeia**Variável dependente: Taxa de crescimento do PIB real *per capita*

	1	2	3	4	5	6
	<i>Sem inclusão do</i>	<i>Incluindo</i>	1960-1970	1970-1980	1980-1990	1990-2000
	<i>capital humano</i>	<i>capital</i>				
	<i>(1960-200)</i>	<i>humano</i>				
		<i>(1960-200)</i>				
Constante	0.194 (20.81)	0.188 (13.60)	0.316 (3.84)	0.223 (2.251)	0.121 (0.73)	0.388 (4.18)
lnPIB <i>per capita</i> (inicial)	-0.0159* (-16.72)	-0.0149* (-8.32)	-0.0353* (-3.32)	-0.0231*** (-1.93)	-0.0138 (-0.71)	-0.0373*** (-3.35)
Grau de abertura (%)	0.0000487* (2.48)	0.0000518* (2.46)	0.000132 (1.11)	0.000915 (0.799)	0.000149 (1.071)	0.00039* (5.56)
Despesa pública (%)	-0.000345* (-3.59)	-0.000355* (-3.51)	0.000189 (0.531)	-0.00043 (-0.118)	0.000158 (0.201)	-0.00154* (-3.53)
Investimento (%)	-0.000894* (-5.07)	-0.000914* (-4.92)	0.00161* (4.282)	0.000743 (1.421)	0.00123 (0.607)	-0.000369 (-0.284)
N.º Revoluções	-0.0263* (-5.83)	-0.0268* (-5.63)	-0.0089 (-0.231)	-0.00303 (-0.219)	0.0266 (0.721)	-0.000135 (-0.085)
Anos Esc. ≥ 25 anos	--	-0.000248 (-0.625)	0.000499 (0.254)	-0.000467 (-0.231)	-0.000699 (-0.279)	-0.000615 (-0.74)
R <sup>2</sup> <sub>ajust</sub>	0.964	0.961	0.916	0.445	-0.367	0.807
F	69.71	53.75	12.70	2.73	0.418	10.74
D-Watson	2.092	2.142	2.035	1.849	1.895	1.637
Anos	27.4	30.4	15.9	26.3	46.5	14.85
β	0.025	0.023	0.044	0.026	0.015	0.046

NOTA: Valores da estatística *t* de student entre parêntesis.  $\beta = -\ln(1+bT)/T$ ; Nível de Significância: (\*) 1%; (\*\*) 5%; (\*\*\*) 10%

Os coeficientes estimados para o rendimento inicial é negativo, tal como o esperado, em qualquer uma das equações (1) e (2) sendo, ambos, significativos a 1%. Na equação (1) e (2), com e sem a inclusão do capital humano, podemos observar que o coeficiente estimado para os anos médios de escolaridade  $\geq 25$  anos, ao contrário do esperado, aparece com sinal negativo e não significativo. A sua inclusão não melhora em nada o ajuste global do modelo, antes pelo contrário. A velocidade de convergência passa agora de 2.5% para 2.3%, levando em média 30.4 anos a ultrapassar metade da distância que o separa da sua situação de equilíbrio. A hipótese mais plausível face aos nossos resultados é a de convergência condicionada sem capital humano. Isto significa que se está a verificar uma aproximação dos níveis das taxas de crescimento do produto per capita mas nunca se terá uma igualização dos primeiros. Os maus resultados, obtidos por este indicador, podem dever-se à dificuldade de medição do capital humano, como referem os pioneiros do modelo de crescimento exógeno, Mankiw *et al* (1992),

consideram apenas o investimento em capital humano na forma de educação, ignorando assim o investimento em saúde entre outros.

O efeito dos gastos do Estado no crescimento económico divide-se em duas componentes: o efeito negativo da tributação e o efeito positivo da despesa pública sobre o produto marginal do capital, Barro (1990). Para valores mais baixos do rácio G/Y o efeito positivo é dominante enquanto para valores mais elevados deste rácio o efeito negativo da tributação passa a dominante, resultando num impacto negativo sobre a taxa de crescimento. Na nossa equação, o coeficiente estimado para a despesa pública é significativamente negativo, respectivamente: -0.000345 (1) e -0.000355 (2). Vários modelos de crescimento têm incluído a despesa pública, mesmo quando o parâmetro associado a esta variável não mostra significância estatística (veja-se, por exemplo, Landau (1983) e Romer (1989)).

O grau de abertura, também incluído no modelo (1) e (2), o coeficiente estimado aparece com sinal esperado, e estatisticamente significativo a 1%, suportando a base teórica económica que o comércio internacional estimula positivamente o crescimento. Idêntica justificação poderá ser encontrado em Harrison (1995) e Sachs e Warner (1995), que efectuam um estudo pormenorizado das consequências da liberalização sobre o processo de convergência entre economias. Os autores defendem que o processo de liberalização ocorrido a partir da década 70 levou a uma convergência dos níveis de rendimento *per capita* dos países que decidiram abrir as suas economias, enquanto que as economias que optaram por permanecer isoladas não registaram qualquer sinal de convergência.

O sinal do coeficiente para o investimento aparece com sinal contrário ao esperado e significativo a 1% em ambas as equações (1) e (2). Este coeficiente poderá ser explicado pela não inclusão no modelo de factores tais como:

O crescimento e desenvolvimento não é apenas gerado por taxas de poupança e investimento entre 5 ou 15%, mas também por um outro conjunto de factores tais como: baixas taxas de crescimento da população, clima político, e pelo uso eficiente do investimento etc.

O número de revolução entra no modelo como uma *proxy* de instabilidade política, que afecta negativamente o crescimento. O coeficiente é estatisticamente significativo a 1%, para ambas as equações (1) e (2). Idêntico resultado, aparece em Levine e Renelt (1992) e Barro e Sala-i-Martin (1995).

Nas equações (3), (4), (5) e (6), podemos constatar que o coeficiente do capital humano apenas aparece com o sinal esperado entre 1960-1970. Todas as equações têm o sinal esperado para o coeficiente do PIB *per capita* inicial (negativo) e estatisticamente significativo a 1% (3), 10% (4) e (6) e não significativo em (5), o que nos permite concluir que na década de (1980-1990), não se assistiu nas economias da UE a um processo de convergência  $\beta$  absoluta (como vimos anteriormente) nem condicionada.

Da observação da coluna (3), concluímos que o período de maior crescimento foi o da década de 60, no qual  $R^2$  ajustado atinge o seu maior valor, o coeficiente do PIB *per capita* é significativo a 1%. O coeficiente para o investimento aparece com o sinal esperado (positivo) e significativo a 1%, enquanto que o coeficiente dos anos médios de escolaridade, embora não seja estatisticamente significativo, é positivo.

### **Convergência do tipo sigma**

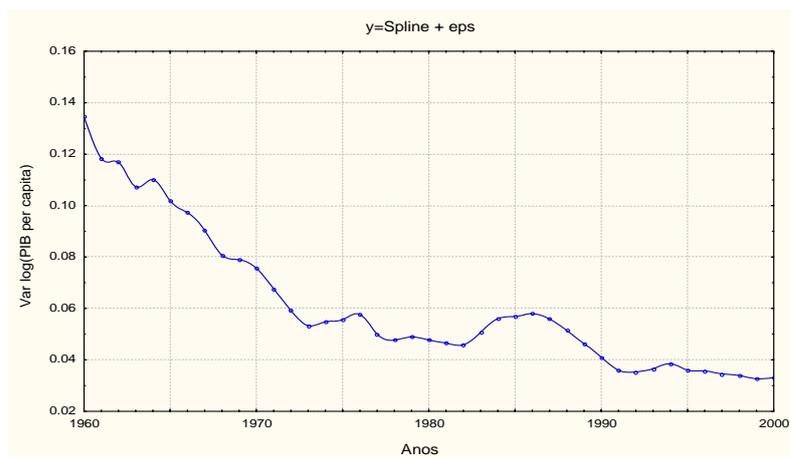
A convergência  $\sigma$ , corresponde à dispersão do rendimento do PIB *per capita* entre o conjunto de países medida pelo desvio padrão dos logaritmos das diferentes variáveis. A Em termos empíricos a convergência poderá ser vista como a diminuição na dispersão do PIB *per capita* dos diferentes países ao longo dos anos.

O facto de se verificar convergência  $\beta$  não garante, à partida, a existência da diminuição da dispersão do rendimento *per capita*, a questão reside no facto de que  $\sigma_t^2$  poderá aumentar ou diminuir em direcção ao *steady-state*, dependendo do valor de  $\sigma^2$  estar acima ou abaixo do mesmo.

Na Figura 3 são apresentados os resultados obtidos para o cálculo de  $\sigma$  convergência entre 1960 e 2000.

Nota-se um claro decréscimo ao longo do período 1960-2000, principalmente, mais acentuado na década de 60 e princípios da década de 70. O coeficiente de dispersão entre o referido período diminuiu para metade (de sensivelmente 0.13 para aproximadamente 0.06). De 1980 a 1990, podemos observar claramente que houve um aumento da dispersão entre as economias, diminuindo ao longo do último período em estudo.

**Figura 3: Convergência Sigma - União Europeia (1960-2000)**



Qualquer uma das análises efectuadas demonstra um processo de convergência no período compreendido entre 1960 e princípios da década 70. Ao longo dos restantes períodos, o processo de convergência vai sendo cada vez menos evidente.

Nota-se uma tendência para a convergência, ao longo do período, que se traduz neste caso numa aproximação sucessiva das diferentes curvas.

Pode-se ainda deduzir da mesma figura que a tendência para a convergência é menos significativa na última década em análise, como já foi demonstrado.

### **Análise estatística multivariada aos diferentes indicadores económicos**

A inclusão da estatística multivariada, permite-nos comparar a performance dos países da UE, considerando o efeito simultâneo das várias variáveis. Não haverá, neste caso, uma relação funcional entre as variáveis como acontecia nos pontos anteriores. Mas sim, a relação entre as diferentes variáveis de forma a posicionar os diferentes países.

Nesta secção, procede-se a três tipos de análise: as escalas multidimensionais permitem localizar os diferentes países num plano tendo, em conta as diferentes variáveis económicas; a análise discriminante permite testar se existem grupos de países com diferenças significativas e a análise das componentes principais permitirá condensar a variabilidade entre os diferentes países num grupo reduzido de factores.

### **Escalonamento multidimensional**

Esta técnica tem por objectivo o de localizar num mapa os diferentes países, partindo-se da informação relativa à distância entre estes. O primeiro passo, consiste em calcular a matriz de distâncias entre os países. Como medida de distâncias foi utilizada a distância euclidiana dada por:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^7 (X_i^k - X_j^k)^2}$$

$X_i^k$  é o valor da variável  $K$  para o país  $i$ ;

$X_j^k$  é o valor da variável  $K$  para o país  $j$ .

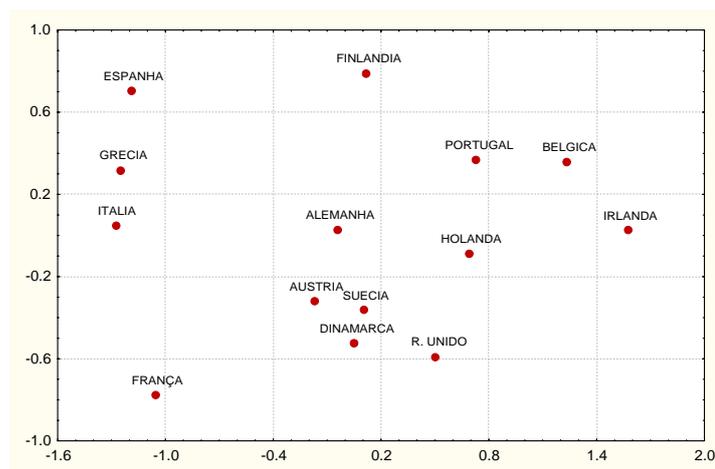
As sete variáveis consideradas no cálculo da distância euclidiana: PIB *per capita*, a despesa pública em % do PIB, a taxa de investimento em % do PIB, grau de abertura em % do PIB, anos médios de educação da população  $\geq 25$  anos, taxa anual de inflação e taxa de crescimento da população. De forma a uniformizar as escalas utilizadas na medição das variáveis procedeu-se a uma transformação que consistiu em dividir cada uma das observações pelo desvio padrão.

O conceito de distância é a chave de interpretação dos mapas fornecidos pelo escalonamento multidimensional. Tendo-se a matriz de distâncias entre todos os países, o escalonamento multidimensional localiza os diferentes países no mapa que melhor obedeça a estas distâncias.

Construíram-se mapas referentes ao ano inicial (1960) e final (2000), de forma a analisar a posição relativa de cada país em cada um destes anos.

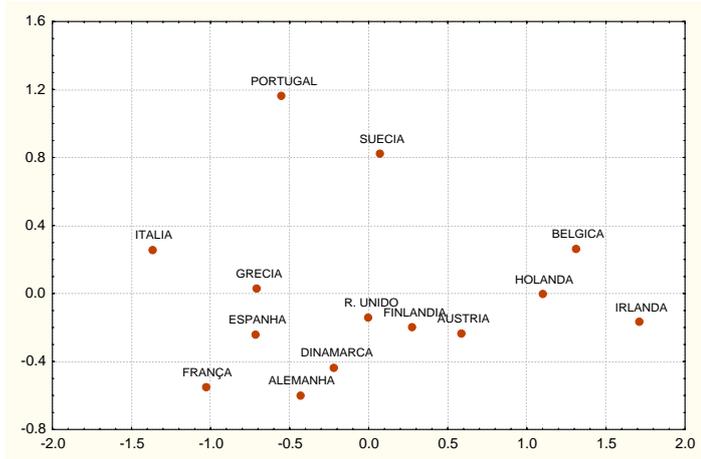
Na figura 4 é notório a proximidade de países como a Espanha, a Grécia e a Itália e de outros dois grupos formados por Portugal, Bélgica e Irlanda e outro pela Alemanha, Holanda, Áustria, Suécia, Dinamarca e Reino Unido. A França e a Finlândia aparecem isolados e distanciados dos grupos anteriores.

**Figura 4: Escalas multidimensionais (1960)**



Nota-se uma maior agregação das diferentes economias em 2000 (Figura 5). Não obstante, alguns países ainda ocupam posições periféricas, caso de Portugal e Suécia.

Figura 5: Escalas multidimensionais (2000)



Dos mapas acima analisados, pode-se detectar uma maior aproximação das diferentes economias, formando grupos homogêneos, tendo como referência as sete variáveis económicas em análise.

### **Análise Discriminante**

Este tipo de análise tem por objectivo determinar a combinação linear de variáveis, que maximiza a separação entre grupos e identificar quais as variáveis que caracterizam essas diferenças. Os diferentes grupos formam a variável dependente enquanto o conjunto dos indicadores económicos representam as variáveis independentes ou explicativas.

O número de funções discriminantes a considerar é sempre igual ao menor número entre o número de variáveis independentes e o número de grupos -1. A análise discriminante foi aplicada ao ano de 2000 considerando as mesmas variáveis que utilizamos no escalonamento multidimensional.

Formaram-se dois grupos estabelecidos à priori um grupo formado pela: Alemanha, França, Itália, Holanda, Bélgica, Reino Unido, Dinamarca, Áustria, Suécia e Finlândia, e outro pelos países da Coesão: Portugal, Espanha, Grécia e Irlanda. Deve-se portando considerar apenas uma função discriminante.

A análise discriminante consistirá na realização do seguinte teste de hipóteses:  $H_0 = \mu_1 = \mu_2$  e  $H_1 = \mu_1 \neq \mu_2$ , onde  $\mu_1$  e  $\mu_2$  representam os vectores das médias das diferentes variáveis independentes para o grupo 1 e 2 respectivamente. Com um valor para a Qui-Quadrado de 13,58 é rejeitada a hipótese nula ao nível de significância de 5%, para todas as variáveis no seu conjunto, implicando que os dois grupos são significativamente diferentes.

A matriz estrutura (Tabela 3) reúne os coeficientes de correlação entre a função discriminante e as variáveis originais, permitindo dar um significado à função discriminante.

**Tabela 3: Matriz estrutura (2000)**

	<i>Função 1</i>
Despesa pública % do PIB	-0.09594
Investimento % do PIB	0.20138
Taxa crescimento da população	0.20927
Grau de abertura % do PIB	<b>1.00025</b>
PIB <i>per capita</i>	<b>-1.61187</b>
Taxa inflação	0.69338
Anos médios de educação $\geq$ 25 anos	0.06112

Negrito: Ponderadores com poder explicativo

A função 1 encontra-se mais correlacionada com as variáveis grau de abertura e PIB *per capita*, variável fundamental para a distinção entre os grupos. Cada um dos parâmetros estimados na matriz estrutura reflecte o peso de cada uma das variáveis independentes na explicação da variável dependente que discrimina entre os grupos. Esta variável assume o valor de 1 para um grupo e de 0 para o outro.

O grau de abertura e o PIB *per capita* são as variáveis que melhor distinguem, no ano 2000, os dois grupos de países anteriormente formados. Os países que formam o segundo grupo: Portugal, Espanha, Grécia, Irlanda, mostram um PIB *per capita* inferior e um grau de abertura significativamente superior.

### **Análise das Componentes Principais**

A análise das componentes principais é utilizada para identificar os padrões de comportamento entre um número elevado de variáveis e determinar se a informação pode ser condensada ou sumariada por um pequeno número de factores ou componentes.

Ao contrário de técnicas, tais como a regressão múltipla, ou a análise discriminante onde uma das variáveis é considerada dependente e as restantes independentes, a técnica das componentes principais é um método de interdependência, através da qual todas as variáveis são consideradas em simultâneo.

Nesta análise identifica-se primeiro as diferentes dimensões da estrutura a ser analisada e determina-se a medida em que cada uma das variáveis é explicada por estas dimensões (componentes). Uma vez determinadas as dimensões, haverá que proceder à redução e sumarização da informação. A técnica consiste em encontrar as componentes que melhor explicam o conjunto de todas as variáveis. As componentes formam-se a partir de uma combinação linear entre todas as variáveis em análise.

Com este exercício pretende-se, mais do que condensar a informação, conhecer a estrutura dos dados e identificar as dimensões que melhor condensam a informação estatística recolhida para os países da UE. Utilizou-se informação referente à despesa pública, ao investimento, à taxa de crescimento da população, ao grau de abertura ao exterior, ao PIB *per capita*, à taxa de inflação e o número médio de anos de educação  $\geq 25$  anos. A análise foi realizada para os dois anos extremos 1960-2000. Na extracção das componentes foi utilizado o método das componentes principais. O Critério utilizado na selecção das componentes foi o da máxima variação explicada por estas componentes. O exercício consistiu em realizar a análise das componentes principais considerando quer os dados relativos a 1960 e 2000 de forma a visualizar a evolução ocorrida neste período. As componentes obtidas encontram-se descritas na (Tabela 4).

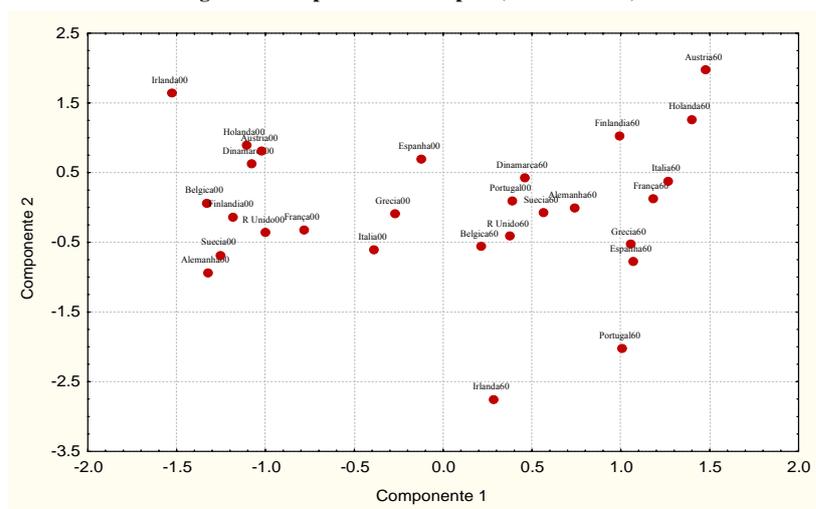
**Tabela 4: Ponderadores das componentes principais (1960 vers 2000)**

	Componente 1	Componente 2
Despesa Pública % do PIB	0.495842	-0.020502
Investimento % do PIB	0.176231	0.644840
Taxa crescimento da população	0.345402	<b>0.773903</b>
Grau de abertura % do PIB	<b>-0.810002</b>	0.300987
PIB <i>per capita</i>	<b>-0.932516</b>	0.253366
Taxa inflação	0.443267	0.604251
Anos médios de educação $\geq 25$ anos	<b>-0.804564</b>	0.197069
Variância Explicada	2.765750	1.573907
<b>(proporção sobre o total)</b>	<b>0.395107</b>	<b>0.224844</b>

Negrito: Ponderadores com poder explicativo

A primeira componente compõe-se fundamentalmente pelo PIB *per capita*, pelo grau de abertura e pelos anos médios de educação  $\geq 25$  anos. A segunda componente reflecte o crescimento da população. As duas componentes explicam 62% da variância total.

**Figura 6. Componentes Principais (1960 vrs 2000)**



Mesmo verificando-se um deslocamento de todos os países para a esquerda na dimensão definida pela primeira componente (Figura 6), alguns países mostram

deslocações bastante mais significativas permitindo-os ocupar melhores posições em termos relativos em 2000 (veja-se, por exemplo, o caso da Áustria, Irlanda e Holanda). Por outro lado países como Portugal não mostram alterações significativas na sua posição relativa entre 1960 e 2000.

Procedeu-se ainda a uma análise de componentes principais para o período 1960-2000. Da análise resultam três componentes que explicam conjuntamente 72% da variância total (Tabela 5).

A primeira componente reflecte os efeitos do PIB *per capita* de (1960) e anos médios de educação  $\geq 25$  anos, a segunda componente a taxa de crescimento da população, a terceira a taxa de crescimento do PIB *per capita*.

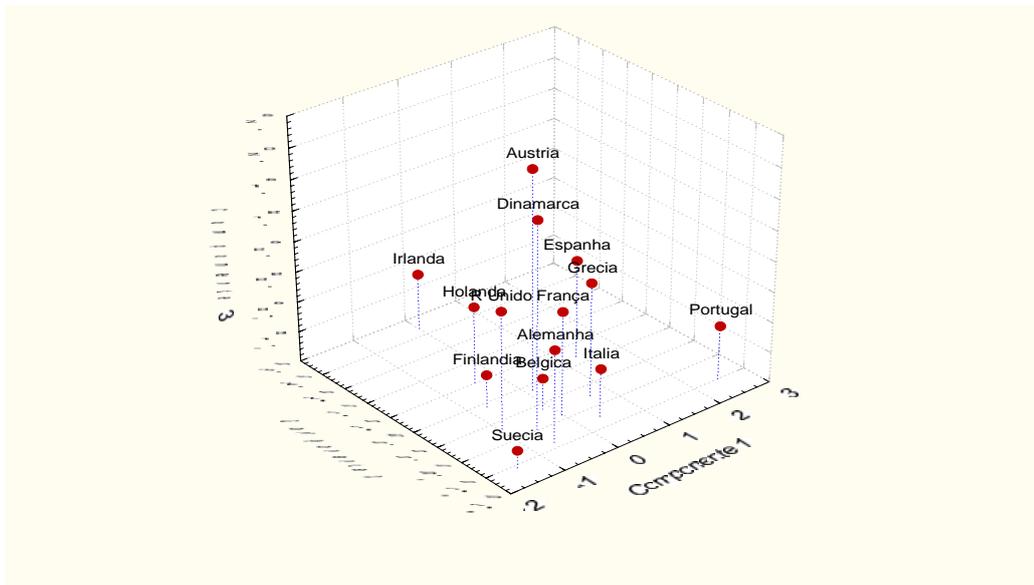
**Tabela5: Ponderadores das componentes principais (1960-2000)**

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Despesa Pública % PIB (2000)	0.223332	-0.544754	-0.546711
Investimento % PIB (2000)	0.767269	-0.199717	0.385690
Taxa de crescimento população (2000)	0.070749	<b>0.805408</b>	0.401819
Grau de abertura % PIB (2000)	-0.157586	0.698810	-0.237213
PIB <i>per capita</i> (1960)	<b>-0.845906</b>	-0.212290	0.207132
Taxa inflação (2000)	0.392327	0.552447	0.025250
Anos médios educação $\geq 25$ anos (2000)	<b>-0.938604</b>	0.080268	0.068205
Taxa crescimento pib <i>per capita</i> (1960-2000)	-0.014341	-0.492361	<b>0.719204</b>
Variância Explicada	2.419078	2.065789	1.226666
<b>(proporção sobre o total)</b>	<b>0.302385</b>	<b>0.259099</b>	<b>0.153853</b>

**Negrito:** Ponderadores com poder explicativo

Para visualizar as três componentes num mesmo gráfico necessitamos de três dimensões. Na Figura 7 observa-se uma relação positiva entre a primeira componente e a terceira componente. A primeira componente, é ponderada pelo PIB *per capita* (1960) e pelos anos médios de educação  $\geq 25$  anos de forma negativa. A terceira componente é ponderada fundamentalmente pela taxa de crescimento do PIB *per capita* (1960-2000). Esta relação poderá estar em concordância com a noção de convergência condicionada estudada nos capítulos anteriores. Existindo uma relação positiva entre as duas componentes haverá uma relação negativa entre o PIB *per capita* (1960) e a taxa de crescimento do PIB *per capita*.

Figura 7: Componentes principais (1960-2000)



Pode-se assim, através da análise das componentes principais chegar a uma conclusão semelhante à alcançada no capítulo 4. Considerando o efeito simultâneo de todas as variáveis encontramos também alguma evidência empírica de convergência entre os diferentes países da União Europeia.

## Conclusões

Desde os trabalhos pioneiros de Barro e Sala-i-Martin, a convergência entre Estados ou regiões tem sido extensivamente analisada. Contudo, podem-se ainda apresentar métodos alternativos para a análise da convergência que têm sido pouco utilizados nesta vertente de investigação. Pretendia-se neste trabalho para além da actualização das estimativas obtidas pelos métodos tradicionais apresentar um conjunto de novos resultados obtidos através de metodologias alternativas.

A análise discriminante permite-nos analisar se um determinado conjunto de variáveis distingue significativa entre dois ou mais grupos de países. O conjunto de variáveis utilizado no estudo da convergência condicionada mostrou-se significativo quando se formaram dois grupos um dos quais formado por Portugal, Espanha, Grécia e Irlanda e o outro grupo formado pelos restantes países.

Um dos objectivos propostos no trabalho consistia em confrontar os resultados quando se considera uma relação de dependência entre a taxa de crescimento do PIB *per capita* e um conjunto de variáveis explicativas com outras metodologias em que esta relação de dependência não é assumida.

Uma primeira análise, conhecida como análise de convergência do tipo sigma, consistiu no cálculo da variância do PIB *per capita* entre as diferentes economias e para os anos compreendidos entre 1960 e 2000. A tendência decrescente desta medida de dispersão vem confirmar as conclusões anteriores sobre a convergência na UE.

Várias técnicas de estatística multivariada consideram uma relação de interdependência entre as variáveis em estudo. Técnicas de agrupação como a análise de clusters e o escalonamento multidimensional permitem identificar grupos de países de características semelhantes. Ao longo dos anos, em análise, verificou-se uma alteração no posicionamento relativo de cada país bem como dos diferentes grupos de países formados.

A análise das componentes principais resumiu um conjunto de indicadores económicos em apenas três componentes que explicam a quase totalidade da variação nos dados. A constituição das componentes e sua consequente interpretação permitiram chegar novamente a uma relação negativa entre a taxa de crescimento do PIB *per capita* e o nível inicial desta mesma variável económica, o que mais uma vez, é coincidente com a presença de convergência entre 1960 e 2000.

Com a actual constituição da União Europeia encontrou-se assim evidência empírica para a convergência económica ao longo das últimas décadas. Um novo desafio que se coloca à União Europeia será o de continuar este esforço de convergência com o alargamento da União a dez novos países.

## Referências

- Abramovitz**, M. (1986), "Catching up, Forging Ahead and Falling Behind", *Journal of Economic History*: 46, 385-406.
- Aziariadis**, C; Drazen, A. (1990), "Threshold Externalities In Economic Development", *Quarterly Journal of Economics*: 105, 501-526.
- Banks**, A. (1992), Cross National Time-Series Data. Social Sciences Data Collection (SSDC).
- Barro**, R. (1984), *Macroeconomis*, First Edition, New York: Wiley.
- Barro**, R. (1990), "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth", *Journal of Political Economy*: 5, 103-25.
- Barro**, R. (1991), "Economic Growth in a Cross Section of Countries", *Quarterly Journal of Economics*: 106, 407-443.
- Barro**, R. (1995), "Inflation and Economic Growth", NBER Working paper Series 5326.
- Barro**, R. (1996), "Democracy and Growth", *Journal of Economic Growth*: 1, 1-27.
- Barro**, R. (1997), "Determinants of Economic Growth: A Cross-Country Empirical Study". MIT Press, Cambridge, Mass.
- Barro**, R.; Lee, W. (1994), "Sources of Economic Growth" *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*: 40, 1-57.
- Barro**, R.; Lee, W. (2000), "International data on Educational Attainment: Updates and Implications", Centre for International Development, Working Paper 42.

- Barro, R.;** Sala-i-Martin, X. (1991), "Convergence Across States and Regions" *Brookings papers on Economic Activity*: 1, 107-182.
- Barro, R.;** Sala-i-Martin, X. (1992a), "Convergence", *Journal of Political Economy*: 100, 223-251.
- Barro, R.;** Sala-i-Martin, X. (1992b), "Regional Growth and Migration": A Japan United States Comparison.", *Journal of the Japanese and International Economies*: 6, 312-346.
- Barro, R.;** Sala-i-Martin, X. (1995), *Economic Growth*, Advanced Series in Economics, New York: Mc Graw-Hill.
- Baumol, W.** (1986), "Productivity Growth, Convergence and Welfare: What da Long-Run data Show", *American Economic Review*: 76, 1072-1085.
- Benhabib, J.;** Spiegel, M. (1994), "The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Cross-Country data" *Journal of Monetary Economics*: 34, 143-173.
- Boldrin, M.;** Casanova, F. (2001), "Inequality and Convergence: Reconsidering European Regional Policies", *Economic Policy*: 32, 207-253.
- Bruno, M.;** Easterly, W. (1998), "Inflation and long-run growth" *Journal of Monetary Economics*: 41, 3-26.
- Blomstron, M.;** Lipsey, R.; Zejan, M. (1996), "Is Fixed Investment the Key to Economic Growth?" *Quarterly Journal of Economics*: 111, 269-276.
- Cass, D.** (1965), "Optimum Growth in a Aggregative Model of Capital Accumulation" *Review of Economic Studies*: 32, 233-240.
- De la Fuente, A.** (1995), "Inversión, Catch-up Tecnológico y Convergencia Real", *Papeles de Economía Española*: 63, 18-34.
- De la Fuente, A.** (1998), "Convergence Equations and Income Dynamics: the sources of OECD Convergence, 1970-1995", Centre for Economic Policy Research, DP, 1794.
- De la Fuente, A.;** Domenéch, R. (2000), "Human Capital in Growth Regressions: how much difference does data quality make?", CEPR Working Paper, 2466.
- DeLong, J.;** Bradford (1988), "Productivity Growth, Convergence, and Welfare: Comment.", *American Economic Review*: 78, 1138-1154.
- Durlauf, S.;** Quah, D. (1998), "The new Empirics of Economic Growth" Centre for Economic Policy Research, 384.
- Diamond, P.** (1965), "National Debt in Neoclassical Growth Model" *American Economic Review*: 55, 1126-1150.
- Easterlin, A.** (1960), "Regional Growth of Income: Long-Run Tendencies" In Simon Kuznets, Ann Ratner M., eds., *Population Redistribution and Economic*.
- Easterly, W.;** R. Levine (2001), "It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models", *World Bank Economic Review*: 15, 177-219.
- Fischer, S.** (1993), "The Role of Macroeconomic Factors in Growth", *National Bureau of Economic Research*, 4565.
- Friedman, M.** (1992), "Do Old Fallacies Ever Die?", *Journal of Economic Literature*: 30, 2129-2132.
- Harrison, A.** (1995), "Openness and Growth: Time-Series, Cross-Country Analysis for Developing Countries." NBER Working Paper, 5732.
- Koopmans, T.C.** (1965), "On the Concept of Optimal Economic Growth" In the *Econometric Approach to Development Planning* North Holland Publ. 225-300.
- Krugman, P.** (1991), "Increasing Return and Economic Geography", *Journal of Political Economy*: 99, 483-499.
- Inada, Ken-Ichi.** (1963), "On a Two-Sector Model of Economic Growth: Comments and a Generalization", *Review of Economic Studies*: 30, 119-127.
- Islam, N.** (1995), "Growth empirics: a panel data approach", *Quarterly Journal of Economics*: 110, 1127-1170.
- Landau, D.** (1983), "Government Expenditure and Economic Growth: across-country study", *Southern Economic Journal*: 49, 783-92.
- Levine, R.;** Renelt, D. (1992), "A Sensivity Analysis of Cross-country Growth Regressions", *American Economic Review*: 82, 942-963.

- Levine, R.;** Zervos, J. (1993), "What we Have Learned About Policy and Growth from Cross-Country Regressions", *AEA Papers and Proceedings*: 83, 426-430.
- Lucas, R.** (1988), "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*: 22, 3-42.
- Martin, P.** (1997), "Can Regional Policies Affect Growth and Geography in Europe?",
- Mankiw, N.;** Romer, P.; Weil, D. (1992), "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*: 107, 407-437.
- Maddison, A.** (1995), Disponível em :<http://www.eco.rug.nl/~Maddison/>
- Pritchett, L.** (1999), "Where has all the Education Gone?", *World Bank working Paper*, 1581.
- Quah, D.** (1993), "Galton's Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis", *Scandinavian Journal of Economics*: 95, 427-443.
- Quah, D.** (1996), "Empirics for Economic Growth and Convergence", *European Economic Review*: 40, Forthcoming.
- Quah, D.** (1997), "Empirics for Growth and Distribution: Stratification, Polarization, and Convergence Clubs", *Journal of Economic Growth*: 2, 27-59.
- Quah, D.** (2000), "Cross-Country Growth Comparisons: theory to empirics", Working paper, Economics Department, LSE. Disponível em <http://www.lse.edu/~quah>.
- Ramsey, F.** (1928), "A Mathematical Theory of Saving", *Economic Journal*: 38, 543-559.
- Rebelo, S.** (1991), "Long-Run Policy Analysis and Long-run Growth", *Journal of Political Economy*: 99, 500-521.
- Romer, P. M.** (1986), "Increasing Returns and Long Run Growth", *Journal of Political Economy*: 94, 1002-1037.
- Romer, P.** (1989), "Human Capital and Growth: Theory and Evidence", *National Bureau of Economic Research* (Cambridge, MA) 3173.
- Romer, P.** (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*: 98, 71-102.
- Romer, P.** (1994), "New Goods, Old Theory, and the Welfare Costs of Trade Restrictions", *Journal of Development Economics*: 43, 5-38.
- Romer, P.** (2001), "Comment on 'It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models'", by William Easterly and Ross Levine", *the World Bank Economic Review*: 15, 2.
- Sachs, J. e Warner, A.** (1995), "Economic Reform and the Process of Global Integration. Brooks Paper on Economic Activity 1-95.
- Sala-i-Martin, X.** (1990), "On Growth and States". PhD dissertation, Harvard University.
- Sala-i-Martin, X.** (1996), "Regional Cohesion: Evidence and Theories of Regional Growth and Convergence", *European Economic Review*: 40, 1325-1352.
- Sala-i-Martin, X.** (1997), "I Just Ran Four a Million Regressions", *Aea Papers and Proceeding*: 87, 178-183.
- Sala-i-Martin, X.** (2001), "15 Years of New Growth Economics: What have we Learnt?" Conference of Central Bank.
- Saw, T.W.** (1956), "Economic Growth and Capital Accumulation", *Economic Records*: 63, 334-364.
- Solow, R.M.** (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*: 70, 65-94.
- Solow, R. M.** (1957), "Technical change and the Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*: 39, 312-320.
- Solow, R. M.** (1994), "Perspectives on Growth Theory", *Journal of Economic Perspectives*: 8, 45-54.
- Solow, R.** (2001), "Applying Growth Theory across Countries", *The World Bank Economic Review*: 15, 22.
- Streissler, Erich** (1979), "Growth Models as Diffusion Processes: II" *Kyklos*, 32, 3, 571-586.
- Summers, R. Heston, A. e Aten, B.** (2002), "Penn World Table Version 6.1" Center for International Comparisons at the University of Pennsylvania (CICUP).