

DESENVOLVIMENTO, ALCANCE E LIMITAÇÕES DA ECONOMETRIA DO CRESCIMENTO

DEVELOPMENT, SCOPE AND LIMITATIONS OF GROWTH

ECONOMETRICS

DESARROLLO, ALCANCE Y LIMITACIONES DE LA ECONOMETRÍA DEL
CRECIMIENTO

Nino Matos da Fonseca (ninomf@estg.ipv.pt) *

RESUMO

O presente artigo faz uma revisão seletiva do estado das artes da literatura relacionada com a chamada econometria do crescimento económico. Para o efeito, deduz as especificações que se tornaram padrão neste ramo do conhecimento, descreve os seus antecedentes teóricos e empíricos e discute as principais limitações decorrentes da estimação empírica dessas especificações.

Palavras-chave: modelo de Solow aumentado; econometria do crescimento.

ABSTRACT

This article makes a selective review of the state of the arts of the literature related to the so-called econometrics of economic growth. To this end, it deduces the specifications that have become standard in this branch of knowledge, describes its theoretical and empirical background, and discusses the main limitations arising from the empirical application of these specifications.

Keywords: augmented Solow model; growth econometrics.

RESUMEN

El presente artículo hace una revisión selectiva del estado de las artes de la literatura relacionada con la llamada econometría del crecimiento económico. Para eso, deduce las especificaciones que se han vuelto estándar en esta rama del conocimiento, describe sus antecedentes teóricos y empíricos y discute las principales limitaciones derivadas de la estimación empírica de esas especificaciones.

Palabras clave: modelo de Solow aumentado; econometría del crecimiento.

* Doutor em Economia pela Universidade da Extremadura, Espanha.
Professor-Adjunto no Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Portugal.

Submitted: 18th September 2018

Accepted: 13th January 2019

INTRODUÇÃO

Neste trabalho apresentamos uma revisão seletiva e crítica da literatura que constitui a base da análise econométrica contemporânea do crescimento económico. Essa base está arvorada no enquadramento analítico desenvolvido por Mankiw, Romer e Weil (1992), o qual, por sua vez, tem as suas raízes em desenvolvimentos teóricos e empíricos anteriores. Por outro lado, se bem que a aplicação desse enquadramento tenha permitido interpretações económicas mais rigorosas dos parâmetros estimados, também trouxe consigo várias dificuldades econométricas. Essas dificuldades não são específicas do estudo empírico do crescimento económico, mas quase todas têm significados particulares no âmbito desta disciplina.

Assim, neste trabalho propomo-nos a rever os antecedentes teóricos e empíricos da abordagem de Mankiw, Romer e Weil (1992), bem como, após uma descrição completa embora sucinta dessa abordagem, a discutir as principais limitações econométricas decorrentes da respetiva aplicação. O trabalho que empreendemos aqui tem interesse quer para principiantes, quer para investigadores avançados. Aos primeiros oferecemos uma visão de conjunto que permite estabelecer ligações entre blocos de conhecimento que surgem dispersos ao longo do seu percurso de formação e presentes, nomeadamente, em disciplinas das áreas da macroeconomia e da história do pensamento económico. Aos segundos disponibilizamos uma grelha rápida e pré-selecionada de leituras, devidamente enquadrada, suscetível de servir de catalisador e motivador de novos caminhos para a investigação teórica e empírica, mais bem informada e atualizada possível, ao mais alto nível. A nossa revisão de literatura também constitui uma ferramenta útil para os académicos com responsabilidades docentes em cursos de pós-graduação, nomeadamente de mestrado e de doutoramento.

A exposição feita segue um formato simultaneamente histórico-cronológico e temático. Nesse sentido, na secção 2 fazemos uma breve resenha dos antecedentes da econometria do crescimento, salientando as principais referências e evoluções metodológicas. Na secção 3 explicamos em que medida é que o enquadramento desenvolvido por Mankiw, Romer e Weil (1992) constituiu a confluência lógica e natural entre os esforços descritos na secção anterior e os desenvolvimentos teóricos iniciados por Solow (1956) e Swan (1956). Nas secções 4 e 5 derivamos as especificações econométricas associadas à abordagem de Mankiw, Romer e Weil (1992) destinadas a analisar, respetivamente, as diferenças entre níveis de desenvolvimento económico e entre taxas de crescimento económico. Trata-se de uma derivação completa dessas especificações, de uma forma mais pedagógica do que é habitual na maioria dos manuais disponíveis. Aqui, inspirámo-nos no espírito da conhecida abordagem de Dorfman (1969) à teoria do controlo ótimo, entre outras do mesmo cariz. Na secção 6 elencamos e discutimos as principais limitações econométricas associadas à aplicação do enquadramento teórico apresentado. Na secção final, conclusiva, fazemos um balanço sintético daquilo a que a econometria do crescimento já nos ajudou a afirmar com alguma convicção, acompanhada de recomendações gerais para os investigadores empíricos deste ramo do conhecimento.

1. PRECURSORES DAS ANÁLISES MODERNAS

O estudo empírico das determinantes do crescimento económico evoluiu em três ou quatro etapas, ao longo das quais se verificou um aumento quer do grau de rigor formal e sofisticação analítica, quer das dificuldades de interpretação dos resultados. O trabalho pioneiro de Solow (1956, 1957), aprimorado por Denison (1962, 1967, 1974) primeiro e por Jorgenson e Griliches (1967) e Maddison (1987, 1996) depois, abriu caminho para um vasto conjunto de trabalhos académicos subordinados à contabilidade do crescimento, ainda hoje levados a cabo (Li, Goh e Zhang, 2015, Parrilla, Font e Nadal, 2007, Thacker, Acevedo e Perrelli, 2012, entre muitos

outros). Desta linha de investigação resultou a conclusão, sistematicamente reforçada, de que o progresso técnico (ou seja, a produtividade total dos fatores), mais do que a acumulação de fatores, é o fator explicativo primordial do crescimento económico.

Na década de 1980, mercê do desenvolvimento de bases de dados internacionais institucionais (*e.g.* Banco Mundial e Fundo Monetário Internacional) e académicas (Maddison, 1983; Irving, Summers e Heston, 1978; Summers e Heston 1984, 1988) bem como do aumento do poder computacional das ferramentas informáticas, entrou-se numa nova fase do estudo empírico das determinantes do crescimento económico. Ao longo desta década, multiplicaram-se as estimações econométricas de regressões do crescimento, deduzidas a partir de funções de produção de Cobb-Douglas e muitas vezes aumentadas de variáveis explicativas adicionais para além do capital e do trabalho. A variável explicada é, quase sempre, a taxa de crescimento do produto real e algumas das variáveis explicativas adicionais consideradas são as taxas de variação das exportações, dos preços ou da inflação, da moeda e dos indicadores das contas públicas (Dowrick, 1989; Fosu, 1990; Hwa, 1988; Moschos, 1989; Tyler, 1981; Robert e Alexander, 1990, etc.). São utilizados dados em painel ou dados de corte transversal relativos a algumas dezenas de países e os modelos são estimados, habitualmente, através do método dos mínimos quadrados.

Ainda ao longo da década de 1980, e embora sem abandonar a linha metodológica inicial, alguns autores começam a destacar-se por colocar questões um pouco mais profundas, relacionadas com a problemática da convergência económica entre países. Assim, ao conjunto de variáveis usualmente incluídas nas regressões do crescimento, autores como Kormendi e Meguire (1985), Baumol (1986) e Grier e Tullock (1989) acrescentam o valor do rendimento real no início do período analisado. Neste contexto, um coeficiente negativo e estatisticamente significativo para esta variável constitui evidência a favor da presença de processos de convergência absoluta (no caso de Baumol, 1986) ou condicional (nos outros dois casos).

Apesar do avanço, as ligações às teorias do crescimento económico, em particular de inspiração neoclássica (Solow, 1956; Swan, 1956; Cass, 1965; Koopmans, 1965) ainda não eram nem evidentes, nem explícitas. Os conceitos de “dinâmica transicional”, “estado estacionário”, entre outros, tão caros às teorias do crescimento, não tinham contrapartidas óbvias nas regressões do crescimento que se vinham a multiplicar na literatura empírica. Isso apenas viria a acontecer numa etapa posterior, através dos trabalhos de Barro e Sala-i-Martin (1992) e Mankiw, Romer e Weil (1992).

2. DAS TEORIAS DO CRESCIMENTO AOS MODELOS ECONOMÉTRICOS

Várias vezes ao longo da história a evidência e, por vezes, a urgência dos factos, conduzem a um fervilhar de ideias que depois brotam quase em simultâneo através de trabalhos científicos completamente independentes. Na história da economia do crescimento isso aconteceu pelo menos três vezes. Primeiro, com Robert Solow (1956) e Trevor Swan (1956) a inaugurarem a abordagem moderna ao estudo teórico do crescimento económico, na senda dos contributos anteriores de Frank Ramsey (1928), Roy Harrod (1939) e Evsey Domar (1946, 1947 e 1948). Depois, com Paul Romer (1986) e Robert Lucas (1988), dentro de um espírito comum, a desafiarem os contributos de Solow e de Swan através da endogeneização do progresso técnico e da eliminação das limitações impostas pela lei dos rendimentos marginais decrescentes. Finalmente, pelo menos para já, com Robert Barro e Xavier Sala-i-Martin (1992) por um lado e com Gregory Mankiw, David Romer e David Weil (1992) por outro, a elevarem o nível da abordagem ao estudo empírico do crescimento económico. Este quinteto de autores estabelece uma correspondência rigorosa entre a forma reduzida das regressões

econométricas habitualmente estudadas e os parâmetros estruturais do modelo de crescimento económico. Assim, passa a ser possível interpretar os parâmetros estimados em termos económicos e não só em termos estatísticos.

O ponto de partida das análises empíricas modernas do crescimento económico é o modelo de Solow-Swan aumentado do capital humano, tal como sugerido por Mankiw, Romer e Weil (1992). Barro e Sala-i-Martin (1992) sugerem um enquadramento semelhante. Contudo, uma vez que o primeiro é mais geral (por incluir o capital humano) e, na nossa perspetiva, mais intuitivo, é esse que apresentamos aqui. A nossa exposição segue de perto as apresentadas por Mankiw, Romer e Weil (1992) e por Durlauf, Johnson e Temple (2005, 2009) e utiliza a notação sugerida por estes últimos. O ponto de partida é, pois, uma função produção de Cobb-Douglas com três fatores produtivos, dada por:

$$Y_{i,t} = K_{i,t}^{\alpha} H_{i,t}^{\phi} (A_{i,t} L_{i,t})^{1-\alpha-\phi} \quad (1)$$

onde $Y_{i,t}$ é o produto do país (ou região) i no período t e $K_{i,t}$, $H_{i,t}$, $A_{i,t}$ e $L_{i,t}$ são os respetivos níveis de capital físico, capital humano, tecnologia e trabalho. Os parâmetros α e ϕ representam, respetivamente, as partes do capital físico e do capital humano no rendimento. Assume-se que $\alpha + \phi < 1$, o que implica a presença de rendimentos marginais decrescentes em relação a cada tipo de capital e, por sua vez, garante a existência de uma solução de estado estacionário para o modelo. Esta suposição implica também que os rendimentos à escala para o produto da economia são constantes.

A evolução de cada uma das quatro variáveis endógenas do modelo é determinada pelas respetivas equações dinâmicas (e independentes):

$$\dot{L}_{i,t} = L_{i,0} e^{n_i t} \Leftrightarrow \dot{L}_{i,t} = n_i L_{i,t} \quad (2)$$

$$\dot{A}_{i,t} = A_{i,0} e^{g_i t} \Leftrightarrow \dot{A}_{i,t} = g_i A_{i,t} \quad (3)$$

$$\dot{K}_{i,t} = s_{K,i} Y_{i,t} - \delta_i K_{i,t} \quad (4)$$

$$\dot{H}_{i,t} = s_{H,i} Y_{i,t} - \delta_i H_{i,t}. \quad (5)$$

O ponto por cima de cada variável representa a respetiva taxa de variação ao longo do tempo (ou seja, $\dot{X} = dX_{i,t}/dt$). Mankiw, Romer e Weil (1992) assumem que a oferta de trabalho e o nível tecnológico evoluem de acordo com as taxas de crescimento exógenas n_i e g_i , respetivamente, pelo que o número de unidades efetivas de trabalho, $A_{i,t} L_{i,t}$, evolui à taxa $n_i + g_i$ (o que é uma implicação das equações 2 e 3). Os parâmetros $s_{K,i}$ e $s_{H,i}$ representam, respetivamente, as taxas de poupança do capital físico e do capital humano (ou seja, as frações do rendimento que são investidas em cada tipo de capital) e são assumidas como constantes. Ambos os tipos de capital se depreciam à mesma taxa, δ_i .

Para efeitos de derivação das soluções de equilíbrio, é conveniente exprimir o modelo na forma intensiva, dada pelas seguintes equações:

$$\tilde{y}_{i,t} = \tilde{k}_{i,t}^{\alpha} \tilde{h}_{i,t}^{\phi} \quad (6)$$

$$\dot{\tilde{k}}_{i,t} = s_{K,i} \tilde{y}_{i,t} - (\delta_i + g_i + n_i) \tilde{k}_{i,t} \quad (7)$$

$$\dot{\tilde{h}}_{i,t} = s_{H,i} \tilde{y}_{i,t} - (\delta_i + g_i + n_i) \tilde{h}_{i,t} \quad (8)$$

sendo cada variável, na forma intensiva (isto é, por unidade efetiva de trabalho), definida por:

$$\tilde{y}_{i,t} = \frac{Y_{i,t}}{A_{i,t} L_{i,t}} \quad (9)$$

$$\tilde{k}_{i,t} = \frac{K_{i,t}}{A_{i,t} L_{i,t}} \quad (10)$$

$$\tilde{h}_{i,t} = \frac{H_{i,t}}{A_{i,t} L_{i,t}}. \quad (11)$$

Exprimir o modelo desta forma torna mais fácil a obtenção de uma solução de equilíbrio, ou seja, uma solução na qual, no longo prazo, as variáveis em estudo são constantes. Aliás, é a resolução deste modelo, tal como definido pelas equações (6), (7) e (8), que permite deduzir as equações que servem de base à econometria do crescimento e ajudam a responder a algumas das principais questões subjacentes a esta subdisciplina.

3. DETERMINANTES DOS NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO

Porque é que uns países são mais ricos do que outros? Ou, de forma mais rigorosa, porque é que a produtividade do trabalho, enquanto indicador de longo prazo do nível médio de vida, difere entre países ou regiões? A solução de estado estacionário do modelo acima apresentado ajuda a responder a esta questão (vd. Anexo 1).

As equações (7) e (8) implicam a convergência da economia para um estado estacionário definido por:

$$\tilde{k}_{i,\infty} = \left(\frac{s_{K,i}^{1-\phi} s_{H,i}^{\phi}}{\delta_i + g_i + n_i} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\phi}} \quad (12)$$

$$\tilde{h}_{i,\infty} = \left(\frac{s_{H,i}^{1-\alpha} s_{K,i}^{\alpha}}{\delta_i + g_i + n_i} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\phi}} \quad (13)$$

onde $\tilde{k}_{i,\infty}$ e $\tilde{h}_{i,\infty}$ são os níveis de estado estacionário, respetivamente, do capital físico e do capital humano por unidade efetiva de trabalho.

Substituindo estas duas expressões na forma intensiva da função produção, dada pela equação (6), obtemos o seguinte resultado:

$$\tilde{y}_{i,\infty} = \left(\frac{s_{K,i}^{\alpha} s_{H,i}^{\phi}}{(\delta_i + g_i + n_i)^{\alpha+\phi}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\phi}} \quad (14)$$

onde $\tilde{y}_{i,\infty}$ é o nível de estado estacionário do produto por unidade efetiva de trabalho. A respetiva linearização logarítmica, sem esquecer que se trata de uma solução de longo prazo (ou seja, que $t \rightarrow \infty$), o que é relevante para efeitos de interpretação dos parâmetros, corresponde a:

$$\log(\tilde{y}_{i,t}) = \frac{\alpha}{1-\alpha-\phi} \log s_{K,i} + \frac{\phi}{1-\alpha-\phi} \log s_{H,i} - \frac{\alpha+\phi}{1-\alpha-\phi} \log(\delta_i + g_i + n_i) \quad (15)$$

O desenvolvimento do lado esquerdo da equação (15) permite obter uma solução de estado estacionário em função do produto por trabalhador:

$$\log\left(\frac{Y_{i,t}}{L_{i,t}}\right) = \log A_{i,0} + g_i t + \frac{\alpha}{1-\alpha-\phi} \log s_{K,i} + \frac{\phi}{1-\alpha-\phi} \log s_{H,i} - \frac{\alpha+\phi}{1-\alpha-\phi} \log(\delta_i + g_i + n_i) \quad (16)$$

Mankiw, Romer e Weil (1992) sugerem esta especificação a par de uma outra, alternativa, que resulta da combinação das equações (13) e (16). Daí resulta uma equação em que o produto por trabalhador é função do *nível* de capital humano (de estado estacionário):

$$\log\left(\frac{Y_{i,t}}{L_{i,t}}\right) = \log A_{i,0} + g_i t + \frac{\alpha}{1-\alpha-\phi} \log s_{K,i} + \frac{\phi}{1-\alpha-\phi} \log h_{i,t} - \frac{\alpha+\phi}{1-\alpha-\phi} \log(\delta_i + g_i + n_i) \quad (17)$$

Empiricamente, a opção entre uma ou a outra versão resulta de saber se os dados disponíveis relativos ao capital humano correspondem, de forma mais aproximada, à taxa de acumulação ($s_{H,i}$, *e.g.* o peso das despesas de educação no rendimento) ou ao nível de capital humano ($h_{i,t}$, *e.g.* o número médio de anos de escolaridade).

A operacionalização da forma reduzida do modelo, dada por qualquer uma das equações (16) ou (17), para efeitos de estimação econométrica, implica a imposição de determinadas restrições. Assim, Mankiw, Romer e Weil (1992) admitem que os parâmetros g_i e δ_i são iguais entre países. O primeiro porque, refletindo essencialmente a taxa de evolução do conhecimento, não existem motivos para crer que se trate de um fator específico aos países. O segundo porque nem existem razões para crer que ditas taxas variam significativamente entre países, nem existem dados que permitam estimar taxas de depreciação específicas para cada país. Diga-se, de passagem, que vários trabalhos posteriores questionam a plausibilidade destes pressupostos (e.g. Abadir e Talmain, 2001; Chatterjee, 2005; Dowrick e Rogers, 2002; Nadiri e Prucha, 1996; Schündeln, 2013).

Paralelamente, Mankiw, Romer e Weil (1992) admitem que o termo $A_{i,0}$ reflete não só o nível tecnológico inicial como também, nas suas próprias palavras, fatores tais como a dotação de recursos, o clima, as instituições, entre outros. Assumem, por isso, o seguinte:

$$\log A_{i,0} = \gamma_0 + \gamma Z_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (18)$$

onde γ_0 é uma constante, $Z_{i,t}$ é um vetor de variáveis suscetíveis de influenciar o nível de estado estacionário da produtividade do trabalho, γ é o respetivo vetor de efeitos marginais e $\varepsilon_{i,t}$ é um termo de perturbação aleatório não correlacionado com as variáveis explicativas do modelo. A equação (18) que apresentamos aqui é mais específica do que a sugerida por Mankiw, Romer e Weil (1992) mas também, cremos, mais concreta e operacionalizável.

A especificação empírica resultante deste conjunto de restrições e suposições corresponde a:

$$\log \left(\frac{Y_{i,t}}{L_{i,t}} \right) = \beta_0 + \gamma Z_{i,t} + \beta_1 \log s_{K,i} + \beta_2 \log s_{H,i} + \beta_3 \log(\delta + g + n_i) + \varepsilon_{i,t} \quad (19)$$

sendo $\beta_0 = \gamma_0 + gt$. Em conformidade com o modelo original, dado pelas equações (16) e (17), os sinais esperados de β_1 e de β_2 são positivos e o de β_3 é negativo. Por sua vez, a opção entre as equações (16) e (17) tem implicações sobre o significado económico das estimativas de β_1 , β_2 e β_3 e, concomitantemente, sobre os valores das estimativas implícitas de α e de ϕ .

Na fase de estimação econométrica dos parâmetros, a equação (18) deve ser adaptada a cada tipo de dados, o que pode motivar suposições adicionais. Com dados de corte transversal não é possível incluir efeitos temporais; com séries temporais isso já é possível, mas a inclusão de efeitos específicos dos países torna-se redundante; com dados em painel, mais flexíveis, torna-se possível a inclusão quer de efeitos específicos/fixos, quer de efeitos temporais.

A interpretação dos parâmetros também depende da estrutura dos dados, na medida em que as diferentes estruturas implicam questões em análise distintas. Com dados de corte transversal ou dados em painel, a questão específica em análise é «porque é que uns países são mais ricos do que outros?». A resposta é dada pelas variáveis cujos coeficientes são estatisticamente significativos. No caso das séries temporais, as determinantes tidas como relevantes, do ponto de vista estatístico, constituem a resposta a uma questão diferente: «quais são os fatores que determinam a evolução do nível de vida do país analisado ao longo do tempo?».

A primeira questão é mais relevante do ponto de vista empírico, na medida em que traduz uma comparação entre os níveis de rendimento real *per capita* dos vários países do mundo, quer num determinado momento do tempo, quer ao longo do tempo. A segunda questão, não sendo necessariamente menos interessante, o que apenas depende dos objetivos do investigador, constitui uma contrapartida mais natural às teorias do crescimento económico. De facto, no que diz respeito ao modelo de Solow, por exemplo, as predições avançadas referem-se à evolução de *uma* determinada economia *ao longo do tempo*. Isto para dizer que apesar de as aplicações empíricas com séries temporais serem mais raras no âmbito da econometria do crescimento, não é por isso que são menos pertinentes.

4. CONVERGÊNCIA E DETERMINANTES DO CRESCIMENTO ECONÓMICO

Outra questão, porventura mais interessante do que as anteriores, é a de saber porque é que alguns países registam taxas de crescimento mais elevadas do que outros. De facto, os dados disponíveis revelam que pelo menos alguns dos países que hoje são os mais ricos não o eram num passado relativamente próximo (há 30, 40 ou 50 anos, por exemplo). O enquadramento desenvolvido por Mankiw, Romer e Weil (1992) também pode ser utilizado para lançar luz sobre esta questão. O ponto de partida é, novamente, a forma intensiva do modelo, correspondente às equações (6), (7) e (8). O objetivo é deduzir uma equação que explicita a taxa de crescimento da produtividade do trabalho em função dos parâmetros exógenos do modelo (vd. Anexo 2).

A linearização logarítmica da equação (16) e respetiva derivação em ordem ao tempo permite exprimir a taxa de crescimento do produto por unidade efetiva de trabalho em função das taxas de crescimento do capital físico e do capital humano por unidade efetiva de trabalho:

$$\frac{d \log \tilde{y}_{i,t}}{dt} = \alpha \frac{\dot{\tilde{k}}_{i,t}}{\tilde{k}_{i,t}} + \phi \frac{\dot{\tilde{h}}_{i,t}}{\tilde{h}_{i,t}}. \quad (20)$$

Por outro lado, a partir das equações (7) e (8) é possível deduzir os respetivos diferenciais totais que, avaliados na vizinhança do estado estacionário, dão lugar às taxas de crescimento correspondentes:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}_{i,t}}{\tilde{k}_{i,t}} = (\alpha - 1)(\delta_i + g_i + n_i)(\log \tilde{k}_{i,t} - \log \tilde{k}_{i,\infty}) \quad (21)$$

$$\frac{\dot{\tilde{h}}_{i,t}}{\tilde{h}_{i,t}} = (\alpha - 1)(\delta_i + g_i + n_i)(\log \tilde{h}_{i,t} - \log \tilde{h}_{i,\infty}). \quad (22)$$

A substituição das equações (21) e (22) na equação (20) resulta, após algumas manipulações, na expressão dada por:

$$\frac{d \log \tilde{y}_{i,t}}{dt} = -\lambda_i (\log \tilde{y}_{i,t} - \log \tilde{y}_{i,\infty}) \quad (23)$$

com $\lambda_i = (1 - \alpha - \phi)(\delta_i + g_i + n_i)$. Por sua vez, a resolução da equação diferencial subjacente dá-nos a seguinte solução:

$$(\log \tilde{y}_{i,t} - \log \tilde{y}_{i,\infty}) = e^{-\lambda_i t} (\log \tilde{y}_{i,0} - \log \tilde{y}_{i,\infty}) \quad (24)$$

sendo $\tilde{y}_{i,0}$ o valor inicial (isto é, no momento 0) do produto por unidade efetiva de trabalho. Resolvendo esta equação em ordem a $\log \tilde{y}_{i,t}$ obtemos:

$$\log \tilde{y}_{i,t} = (1 - e^{-\lambda_i t}) \log \tilde{y}_{i,\infty} + e^{-\lambda_i t} \log \tilde{y}_{i,0}. \quad (25)$$

Uma vez que $\log \tilde{y}_{i,t} = \log(y_{i,t}/A_{i,t})$, a resolução da equação (25) em ordem a $\log y_{i,t}$ permite obter a expressão da por:

$$\log y_{i,t} = g_i t + (1 - e^{-\lambda_i t}) \log \tilde{y}_{i,\infty} + (1 - e^{-\lambda_i t}) \log A_{i,0} + e^{-\lambda_i t} \log \tilde{y}_{i,0} \quad (26)$$

Subtraindo $\log y_{i,0}$ a ambos os membros da equação (26), dividindo-os por t e substituindo $\tilde{y}_{i,\infty}$ pela correspondente equação (14) obtemos:

$$\gamma_i = g_i + \beta_i \log A_{i,0} - \beta_i \log y_{i,0} + \frac{\alpha \beta_i}{1 - \alpha - \phi} \log s_{k,i} + \frac{\phi \beta_i}{1 - \alpha - \phi} \log s_{H,i} - \frac{(\alpha + \phi) \beta_i}{1 - \alpha - \phi} \log(\delta_i + g_i + n_i) \quad (27)$$

onde γ_i é a taxa de crescimento médio (anual) do produto por trabalhador (ou seja, $\gamma_i = (\log y_{i,t} - \log y_{i,0})/t$) e $\beta_i = (1 - e^{-\lambda_i t})/t$. De salientar que esta taxa de crescimento depende das condições iniciais, dadas por $A_{i,0}$ e $y_{i,0}$.

Por outro lado, reorganizar a equação (23) permite interpretar o parâmetro λ_i como sendo a taxa de convergência em direção ao estado estacionário:

$$\lambda_i = \frac{\frac{d \log \tilde{y}_{i,t}}{dt}}{(\log \tilde{y}_{i,\infty} - \log \tilde{y}_{i,t})}. \quad (28)$$

Assim, λ_i pode ser visto como a fração da distância entre o período t e o estado estacionário (denominador) que é percorrido entre cada par de períodos consecutivos (se interpretarmos o numerador em termos discretos). Nesta linha de raciocínio, supondo que na vizinhança do estado estacionário que o produto cresce à taxa λ_i , ou seja, que:

$$\tilde{y}_{i,t} = \tilde{y}_{i,0} e^{\lambda_i t} \quad (29)$$

daí resulta:

$$t = \frac{\log(\tilde{y}_{i,t}/\tilde{y}_{i,0})}{\lambda_i}. \quad (30)$$

Esta expressão diz-nos quanto tempo é que falta a uma determinada economia para ela atingir o estado estacionário. Por exemplo, com $\lambda_i = 2\%/ano$, $\tilde{y}_{i,t} = \tilde{y}_{i,\infty} = 1500$ e $\tilde{y}_{i,0} = 750$, temos $t = 35$ anos.

A taxa de convergência é estimada de forma implícita, após a estimação econométrica dos vários parâmetros da equação (27) cuja operacionalização supõe, novamente, que δ e g são constantes entre países e que $\log A_{i,0}$ é dado pela equação (18). Daí resulta:

$$\gamma_i = \beta_0 + \pi Z_{i,t} + \beta_1 \log y_{i,0} + \beta_2 \log s_{K,i} + \beta_3 \log s_{H,i} + \beta_4 \log(\delta + g + n_i) + \varepsilon_{i,t} \quad (31)$$

As correspondências entre os parâmetros desta especificação e os parâmetros do modelo teórico definido pela equação (27) são evidentes, pelo que as omitiremos aqui. Não obstante, é com base nessas correspondências que se torna possível deduzir, *a posteriori*, as estimativas implícitas dos parâmetros estruturais do modelo, nomeadamente α , ϕ e, sobretudo, λ_i .

Imensamente importante para a análise da presença de processos de convergência condicional entre países é o sinal de β_1 , que se espera que seja negativo. Nesse sentido, os países que partem de níveis de rendimento real *per capita* (ou melhor, de produtividade do trabalho) mais elevados, estão mais perto dos respetivos valores de estado estacionário pelo que, por força da lei dos rendimentos marginais decrescentes, registam taxas de crescimento económico mais baixas. Dito de outra forma, depois de controladas (isto é, incluídas) as várias determinantes do crescimento económico, os países "pobres" tendem a crescer mais depressa do que os países "ricos", acabando por "apanhá-los" no longo prazo.

Os sinais esperados de β_2 e de β_3 são positivos e o de β_4 é negativo. As estimativas dos elementos da matriz π correspondem aos efeitos marginais das determinantes que sejam, eventualmente, incluídas no vetor $Z_{i,t}$. Os respetivos sinais, obviamente, variam consoante as variáveis efetivamente escolhidas e incluídas.

O estudo da convergência económica, conjugado com o das determinantes do crescimento económico, tal como apresentado aqui, constitui a mais profusa linha de investigação no âmbito da econometria do crescimento. A presença deste tipo de convergência (condicional), também designada por convergência β , costuma ser interpretada como constituindo evidência a favor dos modelos de crescimento exógeno, em detrimento dos modelos de crescimento endógeno do tipo estudado por Romer (1986) e Lucas (1988), nos quais existem mecanismos que impedem que os rendimentos marginais decrescentes se imponham (Durlauf, Kourtellos e Tan, 2008). No entanto, trata-se de uma asserção provavelmente menos válida para as gerações de modelos de crescimento endógeno, mais flexíveis no que diz respeito ao tratamento da lei dos rendimentos marginais decrescentes (Carlaw e Lipsey, 2006; Kaganovich, 1998; Mino, 2001, entre outros).

Islam (2003) apresenta uma discussão abrangente e profunda sobre a análise teórica e empírica da convergência económica. Apesar de decorrida quase uma década e meia, este trabalho continua a constituir uma referência imprescindível. Dessa discussão salientamos a questão relacionada com a estimação econométrica dos parâmetros da equação (31) no contexto de cada tipo de dados (de corte transversal, temporais ou em painel). As diferenças

entre estruturas de dados levantam problemas econométricos específicos que justificam ajustamentos igualmente específicos, dos quais resultam práticas econométricas que se tornaram habituais na literatura. É o caso, por exemplo, da reparametrização da equação (31) destinada à análise da convergência condicional com dados em painel (Islam, 1995), que culmina numa equação cuja variável dependente é a produtividade do trabalho (e não a respetiva taxa de crescimento). Esta solução é perfeitamente válida e formalmente equivalente à inicial. Contudo implica uma alteração da interpretação dos parâmetros das variáveis "causais", que deixam de dizer respeito a determinantes das taxas de crescimento e passam a ser determinantes dos níveis de rendimento ou de produtividade do trabalho.

5. ALCANCE E LIMITAÇÕES DA ECONOMETRIA DO CRESCIMENTO

Até que ponto é que a econometria do crescimento consegue proporcionar respostas fidedignas às questões colocadas? Se é verdade que o enquadramento analítico desenvolvido por Mankiw, Romer e Weil (1992) e por Barro e Sala-i-Martin (1992) permitiu elevar o nível e o rigor das análises empíricas, também é verdade que, às dificuldades antigas juntaram-se novas dificuldades. Na primeira geração de trabalhos empíricos subordinados ao estudo da convergência económica, o trabalho de Baumol (1986), por exemplo, foi prontamente criticado por DeLong (1988), que demonstrou que a conclusão de convergência absoluta entre os 16 países da OCDE analisados assentava numa amostra caracterizada por problemas de viés de seleção. Levine e Renelt (1991) passam em revista várias outras limitações, sobretudo estatísticas e econométricas, dessa primeira geração de trabalhos.

Contudo, foi a existência de um enquadramento analítico suscetível de interpretar melhor os resultados empíricos que permitiu relevar, também melhor, outras dificuldades teóricas e empíricas. Sem procurar a exaustão absoluta, a literatura disponível sugere, pelo menos, os seguintes problemas econométricos:

- Heterogeneidade dos parâmetros;
- Omissão de variáveis;
- Não linearidades;
- Má especificação dinâmica;
- Causalidade reversa;
- Dependência seccional;
- Correlação temporal;
- Não estacionaridade.

Nenhum destes problemas é específico do estudo empírico do crescimento económico, mas a maioria tem interpretações particulares no âmbito desta disciplina e motiva formas de mitigação igualmente específicas. A heterogeneidade dos parâmetros diz respeito ao facto de, nas equações (18) e (31), se assumir que os efeitos marginais das variáveis explicativas – ou seja, os respetivos coeficientes (os β 's) – são os mesmos para todos os países quando, na verdade, não é de esperar que assim seja (Brock e Durlauf, 2001; Durlauf, Kourtellos e Minkin, 2001). Países como o Brasil, a Tailândia ou o Chade, por exemplo, são demasiado diferentes para que se possa admitir *a priori* que os respetivos parâmetros tecnológicos são idênticos. Assim, as estimativas obtidas através de regressões econométricas entre-países (do inglês *cross-country*) representam valores médios que podem ajudar a formar uma ideia acerca daquilo que é relevante para o crescimento económico, em termos gerais, embora sejam pouco úteis para perceber a situação de um determinado país, em particular.

A omissão de variáveis é uma consequência quer das idiosincrasias de cada país, quer do caráter aberto de muitas teorias do crescimento (Brock e Durlauf, 2001), o que significa que a relevância de uma teoria não exclui a possibilidade de outras teorias serem igualmente relevantes e compatíveis com os factos observados. Nesse sentido, é sempre possível avaliar a capacidade explicativa de uma nova determinante, pelo que qualquer estudo empírico pode pecar (ou peca sempre) pela omissão de variáveis explicativas relevantes. A consequência imediata é a inconsistência dos estimadores, já que a omissão de uma variável relevante irá alterar as estimativas dos coeficientes das variáveis incluídas no modelo.

A não linearidade diz respeito à possibilidade de as determinantes do crescimento (ou dos níveis de desenvolvimento) económico entrarem nas regressões de forma não linear (Durlauf, Kourtellos e Tan, 2008). Nesse sentido, a possibilidade de heterogeneidade dos parâmetros, discutida acima, pode ser vista como uma forma de não linearidade. A motivação deste problema pode ser meramente empírica ou pode ser justificada teoricamente, através dos mais variados argumentos: externalidades do capital humano (Azariadis e Drazen, 1990), inovação e implementação de tecnologia (Howitt e Mayer-Foulkes, 2005) e barreiras institucionais ao desenvolvimento (Acemoglu, Aghion e Zilibotti, 2006), por exemplo.

Os problemas de especificação dinâmica dizem respeito à dificuldade em selecionar o desfasamento (*lag*) que capte, da forma mais correta e estatisticamente significativa, o impacto de determinadas variáveis no crescimento económico. Os exemplos mais evidentes dizem respeito aos investimentos em capital físico e em capital humano, quer sob a forma de educação, quer sob a forma de saúde (Bhargava *et al.*, 2001; Sianesi e Van Reenen, 2003).

De todos estes problemas, aquele que tem sido mais discutido na literatura subordinada à econometria do crescimento é o da endogeneidade provocada pela causalidade reversa. Muitas variáveis económicas não são apenas determinantes do crescimento económico, mas são, elas próprias, também, influenciadas pelo crescimento económico. O exemplo mais óbvio é o da educação: a educação contribui para o crescimento económico, mas o processo de crescimento económico também liberta recursos que contribuem para a acumulação deste tipo de capital humano (*e.g.* Ljungberg e Nilsson, 2009; Sauer e Zagler, 2012). É possível tecer considerações idênticas a respeito de muitas outras potenciais determinantes do crescimento económico.

Westerlund e Edgerton (2008) fazem notar que as fortes ligações entre economias, no contexto da globalização cada vez maior da atividade económica, acentuam a possibilidade de existirem relações de dependência entre observações distintas de corte transversal. Isso significa que o pressuposto habitual de independência entre observações seccionais no âmbito das análises com dados em painel pode ser incorreto, o que pode conduzir a problemas de inconsistência e a inferências incorretas (Eberhardt e Teal, 2011).

Por outro lado, as bases de dados disponíveis, com séries cada vez mais longas, têm características que poucas vezes têm sido incorporadas nas análises econométricas baseadas em dados em painel (Phillips e Moon, 2000). Eberhardt e Teal (2011) salientam que este problema é particularmente verdadeiro no âmbito da econometria do crescimento. A omissão de considerações relativas à correlação entre observações ou à ordem de integração (*e.*, por isso, à estacionaridade) das variáveis, por exemplo, pode conduzir a problemas de regressão espúria que invalidam por completo os resultados obtidos através da utilização dos estimadores habituais.

Existe uma literatura crescente subordinada às formas de resolução ou, pelo menos, atenuação destes problemas. Parte dessa literatura é analisada e discutida por Durlauf, Johnson e Temple (2009) e Eberhardt e Teal (2011). Como é habitual quando estão em causa problemas econométricos, não existem soluções universais. Cada *possível* solução traz consigo um conjunto de pressupostos dentro dos quais dita solução é aplicável e cuja verificação raramente é consensual. A consequência é a extraordinária falta de robustez dos

resultados empíricos da econometria do crescimento, ao ponto de Easterly (2002), por exemplo, concluir que as décadas de trabalho subordinadas a este tema não tornaram os economistas mais capazes de explicar as “causas” do crescimento económico.

Mais ou menos no mesmo sentido, Durlauf, Johnson e Temple (2005) concluem que é impossível estimar com precisão as determinantes do crescimento económico. De acordo com estes autores, que detetam 145 variáveis que são estatisticamente significativas em pelo menos um estudo empírico, o melhor que se pode fazer é determinar que variáveis são, aparentemente, importantes (por serem estatisticamente significativas na maior parte das regressões onde entram) e que variáveis aparentemente não o são (por raramente serem estatisticamente significativas). Na verdade, esta recomendação constitui uma outra linha de investigação dentro da econometria do crescimento, iniciada por Levine e Renelt (1992) e desenvolvida, em caminhos diferentes, por Sala-i-Martin (1997), Sala-i-Martin, Doppelhofer e Miller (2004), Hendry e Krolzig (2004) e Hoover e Perez (2004). Rockey e Temple (2016) reabrem a discussão e sugerem rotinas de estimação econométrica que, defendem, se devem tornar prática corrente na análise econométrica do crescimento económico.

Se Eberhardt e Teal (2011) defendem que a solução para os problemas da abordagem “tradicional”, baseada em regressões entre-países, consiste em colmatar as respetivas limitações econométricas, outros autores têm sugerido uma completa mudança de paradigma. A este respeito vejam-se, por exemplo, as propostas de Banerjee e Duflo (2008) e Hausmann, Klingler e Wagner (2008).

Finalmente, é de salientar que o enquadramento sugerido por Mankiw, Romer e Weil (1992), que serve de base à econometria do crescimento, é deduzido a partir de uma solução de estado estacionário ou na sua vizinhança. Nesse sentido, esse enquadramento apenas é adequado se se puder admitir que os países incluídos nas análises empíricas estão próximos dos respetivos estados estacionários.

CONCLUSÃO

Dito tudo isto, o que é que é possível aprender, então, com a econometria “tradicional” do crescimento? Existem duas respostas que são, provavelmente, as únicas merecedoras de consenso. Em primeiro lugar, a evidência empírica sugere, fortemente, a presença de processos de convergência condicional: os países tendem a convergir para os respetivos níveis de rendimento real *per capita* de estado estacionário. Ou, por outras palavras, mantendo tudo o resto constante, os países mais pobres tendem a “apanhar” os países mais ricos. Em segundo lugar, tal como Durlauf, Johnson e Temple (2009) sugerem, as correlações parciais identificadas pela econometria do crescimento permitem excluir versões implausíveis do mundo: se determinada variável raras vezes é estatisticamente significativa ou, quando o é, surge com um sinal oposto ao esperado ou no seio de conjuntos implausíveis de outras variáveis, pode-se, muito provavelmente, concluir que essa variável não é relevante para a explicação das diferenças entre as taxas ou os níveis de crescimento económico. Ao investigador zeloso com preferência por esta abordagem, resta estimar as suas especificações básicas através dos métodos convencionais estabelecidos pela literatura e, depois, sujeitar essas especificações à análise de sensibilidade e ao teste da presença estatística e eventual correção dos problemas econométricos discutidos acima, entre outros que a investigação futura venha a indicar.

BIBLIOGRAFIA

- ABADIR, K. e TALMAIN, G. (2001) "Depreciation rates and capital stocks", *Manchester School*, Vol. 69, No. 1, pp. 42-51.
- ACEMOGLU, D., AGHION, P. e ZILIBOTTI, F. (2006) "Distance to frontier, selection, and economic growth", *Journal of the European Economic Association*, Vol. 4, No. 1, pp. 37-74.
- AZARIADIS, C. e DRAZEN, A. (1990) "Threshold externalities in economic development", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 105, No. 2, pp. 501-526.
- BANERJEE, A. e DUFLO, E. (2008) "The experimental approach to development economics", NBER Working Paper No. 14467.
- BARRO, R. e SALA-I-MARTIN (1992) "Convergence", *Journal of Political Economy*, Vol. 100, No. 2, pp. 223-251.
- BAUMOL, W. (1986) "Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show", *American Economic Review*, Vol. 76, No. 5, pp. 1072-1085.
- BHARGAVA, A., JAMISON, D., LAU, L. e MURRAY, C. (2001) "Modeling the effects of health on economic growth", *Journal of Health Economics*, Vol. 20, No. 3, pp. 423-440.
- BROCK, W. e DURLAUF, S. (2001) "Growth empirics and reality", *World Bank Economic Review*, Vol. 15, No. 2, pp. 229-272.
- CAPÓ-PARRILLA, J., RIERA-FONT, A. e ROSSELLÓ-NADAL, J. (2007) "Tourism and long-term growth: a Spanish perspective", *Annals of Tourism Research*, Vol. 34, No. 3, pp. 709-726.
- CARLAW, K. e LIPSEY, R. (2006) "GPT-Driven, endogenous growth", *Economic Journal*, Vol. 116, No. 508, pp. 155-174.
- CASS, D. (1965) "Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation", *Review of Economic Studies*, Vol. 32, No. 3, pp. 233-240.
- CHATTERJEE, S. (2005) "Capital utilization, economic growth and convergence", *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 29, No. 12, pp. 2093-2124.
- DELONG, B. (1988) "Productivity growth, convergence, and welfare: comment", *American Economic Review*, Vol. 78, No. 5, pp. 1138-1154.
- DENISON, E. (1962) *The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us*, New York, Committee for Economic Development.
- DENISON, E. (1967) *Why Growth Rates Differ*, Brookings Institution, Washington D.C.
- DENISON, E. (1974) *Accounting for United States Economic Growth, 1929-1969*, Brookings Institution, Washington D.C.
- DOMAR, E. (1946) "Capital expansion, rate of Growth, and employment", *Econometrica*, Vol. 14, No. 2, pp. 137-147.
- DOMAR, E. (1947) "Expansion and employment", *American Economic Review*, Vol. 37, No. 1, pp. 34-55.
- DOMAR, E. (1948) "The problem of capital accumulation", *The American Economic Review*, Vol. 38, No. 5, pp. 777-794.
- DORFMAN, R. (1969) "An Economic Interpretation of Optimal Control Theory", *The American Economic Review*, Vol. 59, No. 5, pp. 817-31.
- DOWRICK, S. (1989) "Sectoral change, catching up and slowing down: OECD post-war economic growth revisited", *Economics Letters*, Vol. 31, No. 4, pp. 331-335.
- DOWRICK, S. e ROGERS, M. (2002) "Classical and technological convergence: beyond the Solow-Swan growth model", *Oxford Economic Papers*, Vol. 54, No. 3, pp. 369-385.
- DURLAUF, S., JOHNSON, P. e TEMPLE, J. (2005) "Growth econometrics", in P. Aghion and S. Durlauf (eds.) *Handbook of Economic Growth*, Volume 1A, pp. 555-677. North-Holland, Amsterdam.

- DURLAUF, S., JOHNSON, P. e TEMPLE, J. (2009) "The econometrics of convergence", in T. Mills e K. Patterson (eds.) *Palgrave Handbook of Econometrics, Volume 2: Applied Econometrics*, pp. 1087-1118, Palgrave Macmillan.
- DURLAUF, S., KOURTELLOS, A. e TAN C. (2008) "Empirics of growth and development", in A. Dutt e J. Ros (eds.) *International Handbook of Development Economics*, Volumes 1 e 2, Chapter 3, pp. 32-47, Edward Elgar.
- DURLAUF, S.N., KOURTELLOS, A. e MINKIN, A. (2001) "The local Solow growth model", *European Economic Review*, Vol. 45, No. 4-6, pp. 928-40.
- EASTERLY, W. (2002) *The Elusive Quest for Growth: Economists Adventures and Misadventures in the Tropics*, MIT Press, Cambridge.
- EBERHARDT, M. e TEAL, F. (2011) "Econometrics for grumblers: a new look at the literature on cross-country growth empirics", *Journal of Economic Surveys*, Vol. 25, No. 1, pp. 109-155.
- FOSU, A. (1990) "Exports and economic growth: the African case", *World Development*, Vol. 18, No. 6, pp. 831-835.
- GRIER, K. e TULLOCK, G. (1989) "An empirical analysis of cross-national economic growth, 1951-1980", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 24, No. 2, pp. 259-276.
- HARROD, R. (1939) "An essay in dynamic theory", *Economic Journal*, Vol. 49, No. 193, pp. 14-33.
- HAUSMANN, R., KLINGER, B. e WAGNER, R. (2008) "Doing growth diagnostics in practice: a 'Mindbook'", CID Working Paper No. 177, Center for International Development Harvard University.
- HENDRY, D. e KROLZIG, K. (2004) "We ran one regression", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 66, No. 5, pp. 799-810.
- HOOVER, K. e PEREZ, S. (2004) "Truth and robustness in cross-country growth regressions", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 66, No. 5, pp. 765-798.
- HOWITT, P. e MAYER-FOULKES, D. (2005) "R&D, implementation, and stagnation: a Schumpeterian theory of convergence clubs", *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 37, No. 1, pp. 147-177.
- HWA, E. (1988) "The contribution of agriculture to economic growth: some empirical evidence", *World Development*, Vol. 16, No. 11, pp. 1329-1339.
- IRVING, B., HESTON, A. e SUMMERS, R. (1978) "Real GDP per capita for more than one hundred countries", *Economic Journal*, Vol. 88, No. 350, pp. 215-242.
- ISLAM, N. (1995) "Growth empirics: a panel data approach", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 110, No. 4, pp. 1127-1170.
- ISLAM, N. (2003) "What have we learnt from the convergence debate?", *Journal of Economic Surveys*, Vol. 17, No. 3, pp. 309-362.
- JORGENSON, Dale e Z. GRILICHES (1967) "The explanation of productivity change", *Review of Economic Studies*, Vol. 34, No. 99, pp. 249-280.
- KAGANOVICH, M. (1998) "Sustained endogenous growth with decreasing returns and heterogeneous capital", *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 22, No. 10, pp. 1575-1603.
- KOOPMANS, T. C. (1965) "On the concept of optimal economic growth", in *The Economic Approach to Development Planning*, pp. 225-287, Rand McNally, Chicago.
- KORMENDI, R. e MEGUIRE, P. (1985) "Macroeconomic determinants of growth: Cross-country evidence", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 16, No. 2, pp. 141-163.
- LEVINE, R. e RENELT, D. (1991) "Cross-country studies of growth and policy: methodological, conceptual, and statistical problems", Policy, Research, and External Affairs Working Papers, WPS 608, World Bank, Washington, D.C.
- LEVINE, R. e RENELT, D. (1992) "A sensitivity analysis of cross-country growth regressions", *American Economic Review*, Vol. 82, No. 4, pp. 942-963.

- LI, H., GOH C. e ZHANG Z. (2015) "Is the growth of tourism in specialised economies sustainable? A case study of Sanya and Zhangjiajie in China", *Journal of China Tourism Research*, Vol. 11, No. 1, pp. 35-52.
- LJUNGBERG, J. e NILSSON, A. (2009) "Human capital and economic growth: Sweden 1870-2000", *Cliometrica*, Vol. 3, No. 1, pp. 71-95.
- LUCAS, R. (1988) "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics*, Volume 22, No. 1, pp. 3-42.
- MADDISON, A (1983) "A Comparison of Levels of GDP Per Capita in Developed and Developing Countries, 1700-1980", *Journal of Economic History*, Vol. 41, No. 1, pp. 27-41.
- MADDISON, A. (1987) "Growth and slowdown in advanced capitalist economies: techniques of quantitative assessment", *Journal of Economic Literature*, Vol. 25, No. 2, pp. 649-98.
- MADDISON, A. (1996) "Macroeconomic accounts for European countries", in B. van Ark e N. Crafts (eds.) *Quantitative Aspects of Post-war European Economic Growth*, pp. 27-83, Cambridge University Press, Cambridge.
- MANKIW, G., Romer, D. e WEIL, D. (1992) "A contribution to the empirics of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, No. 2, pp. 407-437.
- MINO, K. (2001) "Indeterminacy and endogenous growth with social constant returns", *Journal of Economic Theory*, Vol. 97, No. 1, pp. 203-222.
- MOSCHOS, D. (1989) "Export expansion, growth, and the level of development: an empirical analysis", *Journal of Development Economics*, Vol. 30, No. 1, pp. 93-102.
- NADIRI, M. e PRUCHA, I. (1996) "Estimation of the depreciation rate of physical and R&D capital in the U.S. total manufacturing sector", *Economic Inquiry*, Vol. 34, No. 1, pp. 43-56.
- PHILLIPS, P. e MOON, H. (2000) "Nonstationary panel data analysis: an overview of some recent developments", *Econometric Reviews*, Vol. 19, No. 3, pp. 263-286.
- RAMSEY F. (1928) "A mathematical theory of saving", *Economic Journal*, Vol. 38, No 152, pp. 543-559.
- ROBERT, W. e ALEXANDER, J. (1990) "Growth: some combined cross- sectional and time series evidence from OECD countries", *Applied Economics*, Vol. 22, No. 9, pp. 1197-1204.
- ROCKEY, L. e TEMPLE, J. (2016) "Growth econometrics for agnostics and true believers", *European Economic Review*, 2016, Vol. 81, No. C, pp.86-102.
- ROMER, P. (1986) "Increasing returns and long-run growth", *Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 5, pp. 1002-1037.
- SALA-I-MARTIN, X. (1997) "I Just Ran Two Million Regressions ", *American Economic Review*, Vol. 87, No. 2, pp. 178-83.
- SALA-I-MARTIN, X., DOPPELHOFER, G. e MILLER, R. (2004) "Determinants of long-term growth: a Bayesian averaging of classical estimates (BACE) approach", *American Economic Review*, Vol. 94, No. 4, pp. 813-835.
- SAUER, P. e ZAGLER, M. (2012) "Economic growth and the quantity and distribution of education: a survey", *Journal of Economic Surveys*, Vol. 26, No. 5, pp. 933-951.
- SCHÜNDELN, M. (2013) "Appreciating depreciation: physical capital depreciation in a developing country", *Empirical Economics*, Vol. 44, No. 3, pp. 1277-1290.
- SIANESI, B. e VAN REENEN, J. (2003) "The returns to education: macroeconomics", *Journal of Economic Surveys*, Vol. 17, No. 2, pp. 157-200.
- SOLOW, R. (1956) "A contribution to the theory of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, No. 1, pp. 65-94.
- SOLOW, R. (1957) "Technical change and the aggregate production function", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3, pp. 312-320.
- SUMMERS, R. e HESTON, A. (1984) "Improved international comparisons of real product and its composition: 1950-1980", *Review of Income and Wealth*, Vol. 30, No. 2, pp. 207-219.

SUMMERS, R. e HESTON, A. (1988) "A new set of international comparisons of real product and price levels estimates for 130 countries, 1950-1985", *Review of Income and Wealth*, Vol. 34, No. 1, pages 1-25.

SWAN, T. (1956) "Economic growth and capital accumulation", *Economic Record*, Vol. 32, No. 2, pp. 334-361.

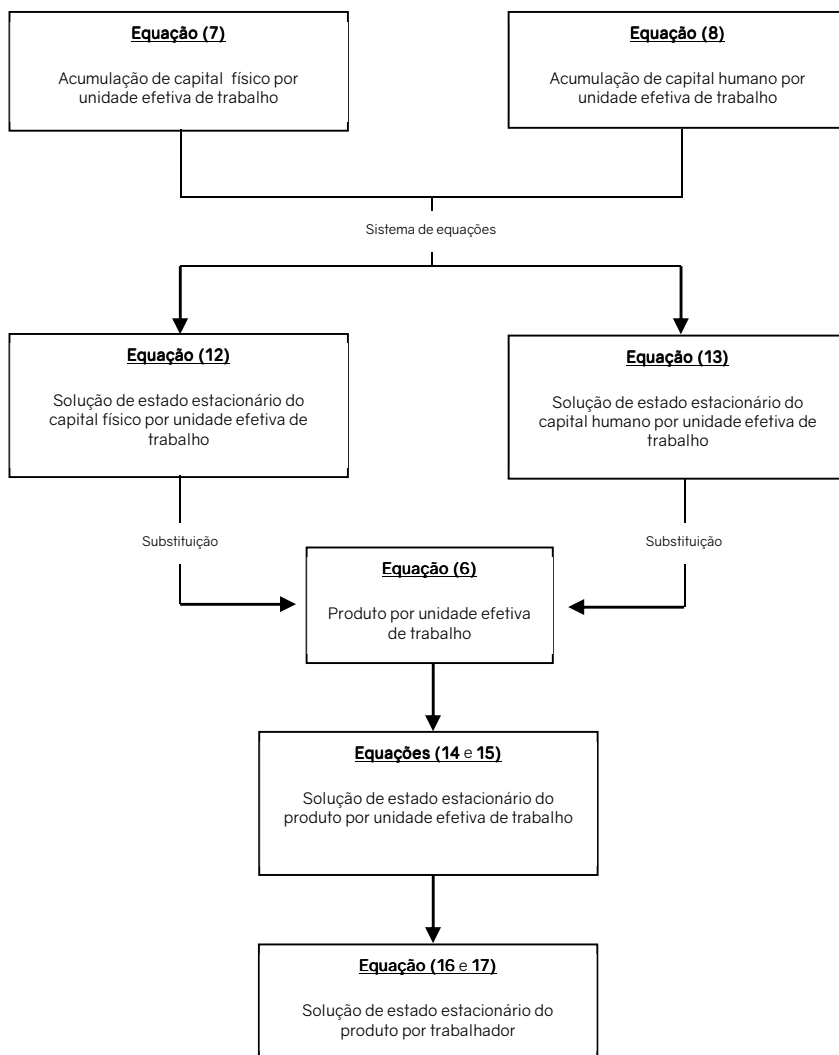
THACKER, N., ACEVEDO, S. e PERRELLI, R. (2012) "Caribbean growth in an international perspective: The role of tourism and size", IMF Working Paper, WP/12/235, Western Hemisphere Department.

TYLER, W. (1981) "Growth and export expansion in developing countries: some empirical evidence", *Journal of Development Economics*, Vol. 9, No. 1, pp. 121-130.

WESTERLUND, J. e EDGERTON, D. (2008) "A simple test for cointegration in dependent panels with structural breaks", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 70, No. 5, pp. 665-704.

ANEXO 1

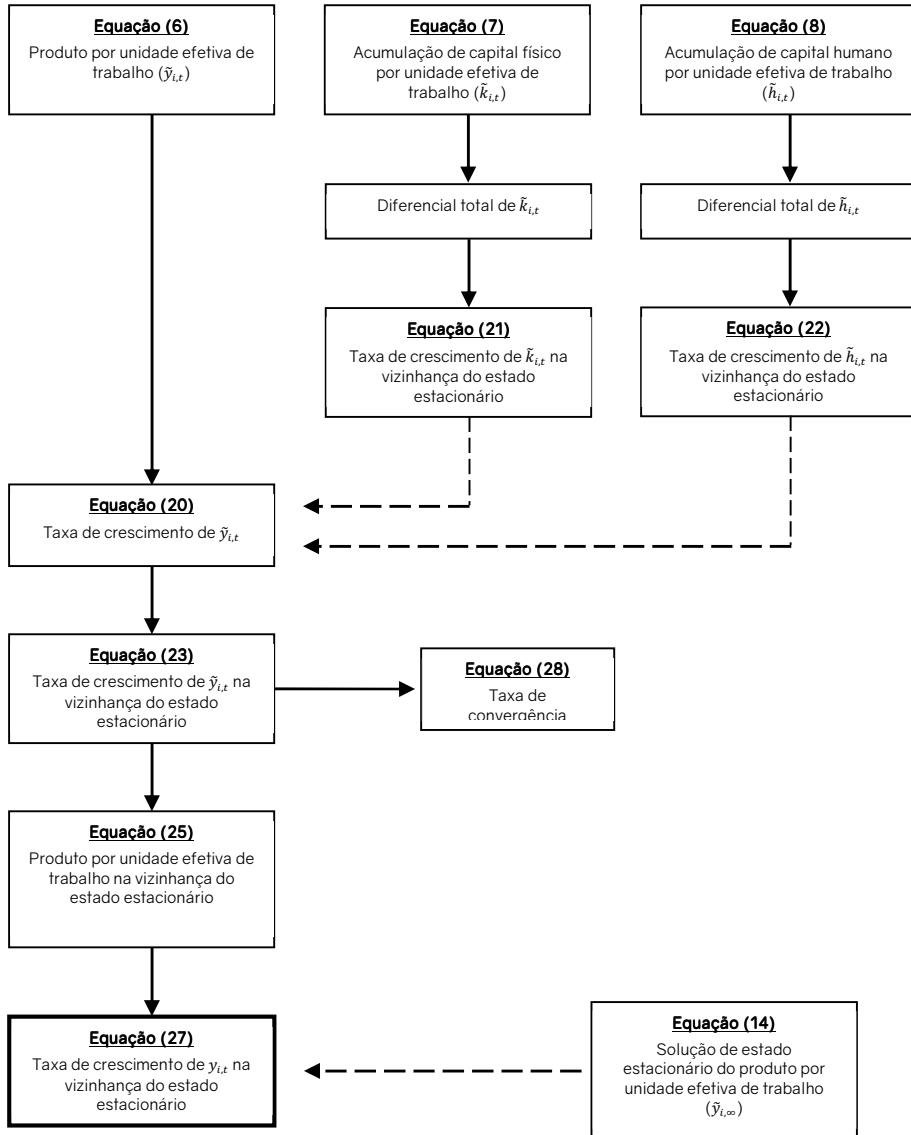
Solução de estado estacionário do produto por trabalhador



Fonte: autor.

ANEXO 2

Taxa de crescimento do produto por trabalhador na vizinhança do estado estacionário



Fonte: autor.

