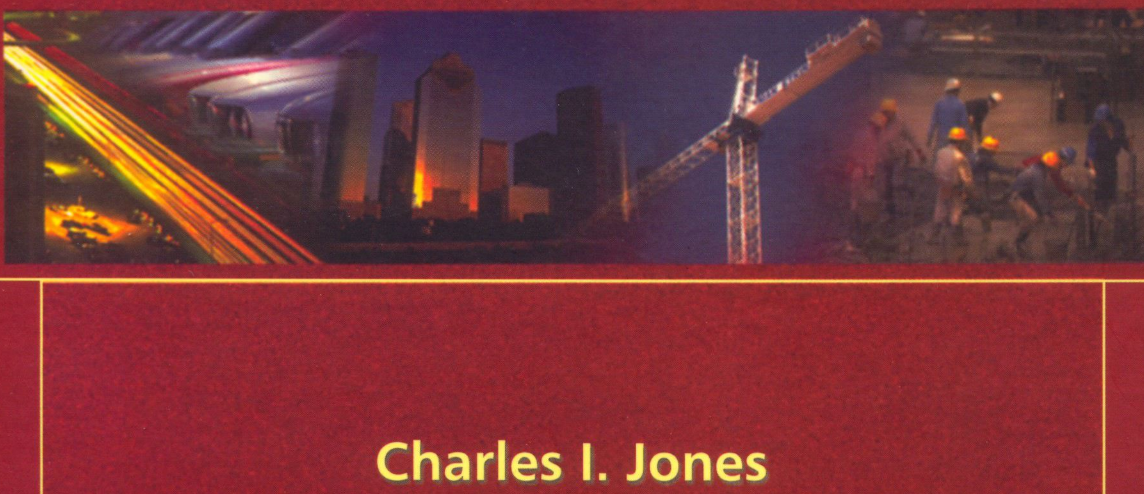
ELSEVIER

INTRODUÇÃO À TEORIA DO CRESCIMENTO ECONÔMICO



Charles I. Jones
Stanford University

CAMPUS

1 INTRODUÇÃO: FATOS DO CRESCIMENTO ECONÔMICO

"Os erros decorrentes da ausência de fatos são muito mais numerosos e mais duradouros do que aqueles que resultam de um raciocínio infundado a respeito de dados verdadeiros."

– CHARLES BABBAGE, citado em Rosenberg (1994), p. 27.

"É um equívoco tentar fundamentar uma teoria apenas em grandezas observáveis... É a teoria que determina o que podemos observar."

– ALBERT EINSTEIN, citado em Heisenberg (1971), p. 63.

Durante uma palestra proferida no encontro anual de 1989 da American Economic Association, o renomado historiador econômico David S. Landes deu à sua intervenção a respeito da questão fundamental do crescimento e do desenvolvimento econômico o título "Por que somos tão ricos e eles tão pobres?"[1] Esta antiga pergunta tem preocupado os economistas há séculos. A questão fascinou tanto os economistas clássicos, que está no título do famoso tratado de Adam Smith *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. E foi a previsão equivocada de Thomas Malthus, no início do século XIX, acerca das perspectivas futuras do crescimento econômico que levou a disciplina a ser reconhecida pelo epíteto de "ciência lúgubre".

O exame moderno desse tema pelos macroeconomistas data dos anos 1950 e da publicação de dois artigos famosos de Robert Solow, do Massachusetts Institute of Technology. As teorias de Solow ajudaram a esclarecer o papel da acumulação de capital físico e destacaram a importância do progresso

[1] Ver Landes (1990).

técnico como o motor fundamental do crescimento econômico sustentado. Durante os anos 1960 e, em menor extensão, nos anos 1970, o estudo do crescimento econômico floresceu.[2] Contudo, por motivos metodológicos, aspectos importantes da investigação teórica da mudança tecnológica foram adiados.[3]

No início dos anos 1980, o trabalho desenvolvido por Paul Romer e por Robert Lucas na Universidade de Chicago reacendeu o interesse dos macroeconomistas pelo crescimento econômico ao destacar a economia das "idéias" e do capital humano. Tirando partido dos novos avanços na teoria da concorrência imperfeita, Romer apresentou aos macroeconomistas a economia da tecnologia. Seguindo essa evolução teórica, o trabalho empírico de vários economistas, como Robert Barro, da Harvard University, conseguiu quantificar e testar as teorias do crescimento. Tanto a teoria quanto o trabalho empírico continuaram despertando o interesse profissional nos anos 1990.

O objetivo deste livro é explicar e explorar as modernas teorias do crescimento econômico. Essa exploração é uma jornada empolgante, na qual encontraremos várias idéias que já conquistaram o Prêmio Nobel e várias outras que têm potencial para tanto. O livro tenta tornar acessível essa pesquisa de ponta aos leitores que tenham apenas os conhecimentos básicos de economia e cálculo.[4]

A abordagem deste livro é semelhante àquela aplicada pelos cientistas ao estudo da astronomia e da cosmologia. Assim como os economistas, os astrônomos não podem executar experiências controladas que são a marca da física e da química. Por isso a astronomia procede através de uma sucessão de observações e teoria que se influenciam mutuamente. Há a observação: planetas, estrelas e galáxias se encontram distribuídas no mundo de certa maneira. As galáxias se afastam e o universo parece estar povoado de modo esparso, com "grupos" de matéria de tanto em tanto. E então há a teoria: a teoria do Big-Bang, por exemplo, oferece uma explicação coerente para essas observações.

A mesma interação entre observação e teoria é usada para organizar este livro. Neste primeiro capítulo, delinearemos as amplas regularidades empíricas associadas ao crescimento e ao desenvolvimento. Quão ricos são os países ricos, quão pobres são os países pobres? A que velocidade crescem países ricos e pobres? O restante do livro é constituído das teorias que explicam essas observações. Nas limitadas páginas que estão à nossa frente, não dedicaremos muito espaço à experiência de países individuais, embora elas sejam muito importan-

---

[2] Uma lista sucinta dos que contribuíram para isso inclui Moses Abramovitz, Kenneth Arrow, David Cass, Tjalling Koopmans, Simon Kuznets, Richard Nelson, William Nordhaus, Edmund Phelps, Karl Shell, Eytan Sheshinski, Trevor Swan, Hirofumi Uzawa e Carl von Weizsacker.

[3] Romer (1994) oferece uma boa discussão a respeito desse ponto e da história da pesquisa sobre o crescimento econômico.

[4] O leitor com conhecimentos mais avançados poderá recorrer também ao excelente trabalho de Barro e Sala-i-Martin (1995).

tes. Em vez disso, o objetivo é oferecer um quadro econômico geral para nos ajudar a entender o processo de crescimento e desenvolvimento.

Uma diferença crítica entre astronomia e economia, obviamente, é que o "universo" econômico pode ser potencialmente recriado pela política econômica. Diferentemente do relojoeiro que fabrica um relógio e então o deixa funcionando, os formuladores da política econômica estão sempre moldando a trajetória do crescimento e do desenvolvimento. Um pré-requisito para melhores políticas econômicas é um melhor entendimento do crescimento econômico.

1.1 DADOS DE CRESCIMENTO ECONÔMICO E DESENVOLVIMENTO

O mundo é formado por economias de todas as formas e tamanhos. Há os países muito ricos e há os muito pobres. Algumas economias crescem rapidamente e outras simplesmente não crescem. Por fim, muitas economias – na verdade, a maioria – se situam entre os dois extremos. Ao pensar em crescimento e desenvolvimento econômicos, é útil começar considerando os casos extremos: os ricos, os pobres e aqueles que se movem rapidamente entre eles. O restante deste capítulo apresenta a evidência empírica – os "fatos" – associada a essas categorias. As questões mais importantes do crescimento e do desenvolvimento se manifestarão naturalmente por si.

O Quadro 1.1 apresenta alguns dados básicos sobre crescimento e desenvolvimento em dezessete países. Concentraremos nossa exposição dos dados na renda *per capita* em vez de enfatizar informações como expectativa de vida, mortalidade infantil ou outros indicadores de qualidade de vida. A principal razão desse enfoque é que as teorias que desenvolveremos nos próximos capítulos serão formuladas em termos de renda *per capita*. Mais ainda, essa é uma "estatística sintética" útil acerca do nível de desenvolvimento econômico no sentido de que está altamente correlacionada com outros indicadores de qualidade de vida.[5]

Interpretaremos o Quadro 1.1 no contexto de alguns "fatos", a começar do primeiro:[6]

FATO # 1 Há uma grande variação entre as rendas *per capita* das economias. Os países mais pobres têm rendas *per capita* que são inferiores a 5% da renda *per capita* dos países mais ricos.

---

[5] Ver, por exemplo, o World Development Report, 1991, do Banco Mundial (Nova York, Oxford University Press, 1991).

[6] Muitos desses fatos foram expostos em outros livros. Ver especialmente Lucas (1988) e Romer (1989).

QUADRO 1.1 ESTATÍSTICAS DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

	PIB *per capita*, 1990 (em US$)	PIB por trabalhador, 1990 (em US$)	Taxa de participação da mão-de-obra, 1990 (%)	Taxa média anual de crescimento, 1960-90 (%)	Anos necessários para duplicar o PIB (%)
Países "ricos"					
EUA	18.073	36.810	0,49	1,4	51
Alemanha Ocidental	14.331	29.488	0,49	2,5	28
Japão	14.317	22.602	0,63	5,0	14
França	13.896	30.340	0,46	2,7	26
Reino Unido	13.223	26.767	0,49	2,0	35
Países "pobres"					
China	1.324	2.189	0,60	2,4	29
Índia	1.262	3.230	0,39	2,0	35
Zimbabwe	1.181	2.435	0,49	0,2	281
Uganda	554	1.142	0.49	–0,2	–281
"Milagres de crescimento"					
Hong Kong	14.854	22.835	0,65	5,7	12
Cingapura	11.698	24.344	0,48	5,3	13
Taiwan	8.067	18.418	0,44	5,7	12
Coréia do Sul	6.665	16.003	0,42	6,0	12
"Desastres de crescimento"					
Venezuela	6.070	17.469	0,35	–0,5	–136
Madagascar	675	1.561	0,43	–1,3	–52
Mali	530	1.105	0,48	–1,0	–70
Chade	400	1.151	0,35	–1,7	–42

Fonte: Penn World Tables Mark 5.6, uma atualização de Summers e Heston (1991) e cálculos do autor.
Notas: Os dados relativos a PIB estão em dólares de 1985. A taxa de crescimento é a variação anual média do logaritmo do PIB por trabalhador. Um número negativo na coluna de "Anos necessários para duplicar o PIB" indica "anos para reduzir à metade".

A primeira seção do Quadro 1.1 registra o produto interno bruto (PIB) *per capita* em 1990, bem como outros dados, dos EUA e de vários outros países "ricos". Os Estados Unidos eram o país mais rico do mundo em 1990, com um PIB *per capita* de US$18.073 (em dólares de 1985), e se distanciavam dos demais por um montante significativo – em países como Japão e Alemanha Ocidental o PIB ficou em torno dos US$14.300.

Esses números são, à primeira vista, surpreendentes. Muitas vezes se lê nos jornais que os Estados Unidos estão ficando atrás de outros países, como Japão e Alemanha, em termos de renda *per capita*. Essas notícias de jornais podem, contudo, ser enganadoras, porque em geral são usadas taxas de câmbio de mercado. O PIB dos EUA é medido em dólares, enquanto o PIB do Japão é calculado em ienes. Como converter o iene em dólar a fim de poder fazer a comparação? Uma maneira é utilizar as taxas de câmbio vigentes. Por exemplo, em janeiro de 1997, a taxa de câmbio iene / dólar era de cerca de 120 ienes por dólar. Todavia, as taxas de câmbio podem ser extremamente voláteis. Pouco mais de um ano antes, a taxa de câmbio era de apenas 100 ienes por dólar. Qual dessas taxas é a "correta"? Obviamente, a escolha é muito importante: a 100 ienes por dólar, o Japão parecerá 20% mais rico do que a 120 ienes por dólar.

Em vez de confiar em taxas de câmbio prevalecentes para fazer comparações internacionais de PIB, os economistas tentam avaliar o valor real de uma moeda em termos da sua capacidade de comprar produtos semelhantes. O resultado desse fator de conversão é chamado, às vezes, de taxa de câmbio ajustada pela paridade do poder de compra. Por exemplo, a revista *Economist* publica um relatório anual de paridade do poder de troca (PPC) com base no preço de um sanduíche Big Mac, da rede de lanchonetes McDonald's. Se um Big Mac custa 2 dólares nos Estados Unidos e 300 ienes no Japão, então a taxa de câmbio calculada segundo a PPC baseada no Big Mac é de 150 ienes por dólar. Estendendo a aplicação desse método a um conjunto de diferentes bens, os economistas constroem uma taxa de câmbio que pode ser aplicada ao PIB. Esses cálculos sugerem que uma taxa de 150 ienes por dólar é um número melhor do que as taxas correntes de 100 ou 120 ienes por dólar.[7]

A segunda coluna do Quadro 1.1 registra um dado relacionado ao anterior, o PIB real por trabalhador, em 1990. A diferença entre as duas colunas está no denominador: a primeira divide o PIB de um país pela população inteira, enquanto a segunda o divide apenas pela mão-de-obra. A terceira coluna apresenta a participação da mão-de-obra – a razão entre a força de trabalho e a população – para mostrar a relação entre as duas primeiras colunas. Observe que, embora tivessem, em 1990, um PIB *per capita* parecido, o Japão e a Alemanha Ocidental apresentavam um PIB por trabalhador bem diferente. A taxa de participação da mão-de-obra é muito mais elevada no Japão do que nos outros países industrializados.

Qual das colunas deveríamos utilizar para comparar níveis de desenvolvimento? A resposta está na pergunta que estamos fazendo. Talvez o PIB *per capita* seja uma medida de bem-estar mais geral, porque nos diz qual o montante de produto disponível, por pessoa, para ser consumido, investido ou empregado de alguma outra maneira. Por outro lado, o PIB por trabalhador nos diz mais a respeito da produtividade da mão-de-obra. Nesse senti-

---

[7] *Economist*, 19 de abril de 1995, p. 74.

do, a primeira coluna pode ser considerada um indicador de bem-estar, enquanto a segunda seria uma medida de produtividade. Essa parece ser uma interpretação razoável dos dados, mas é também possível argumentar que o PIB por trabalhador é uma medida de bem-estar. As pessoas que não estão incluídas oficialmente na força de trabalho podem estar dedicadas à "produção no lar" ou podem trabalhar na economia subterrânea. Nenhuma dessas atividades é levada em conta no cálculo do PIB e, nesse caso, o produto aferido dividido pelo insumo de trabalho contabilizado pode mostrar-se mais acurado para as comparações de bem-estar. Neste livro, empregaremos com freqüência a expressão "renda *per capita*" como uma medida genérica de bem-estar, mesmo ao falar de PIB por trabalhador, se o contexto for claro. Contudo, qualquer que seja o indicador utilizado, o Quadro 1.1 nos informa um dos aspectos-chave do desenvolvimento econômico: quanto maior o "esforço" feito pela economia para a produção, tanto mais produto estará disponível. "Esforço", neste contexto, corresponde à taxa de participação da força de trabalho.

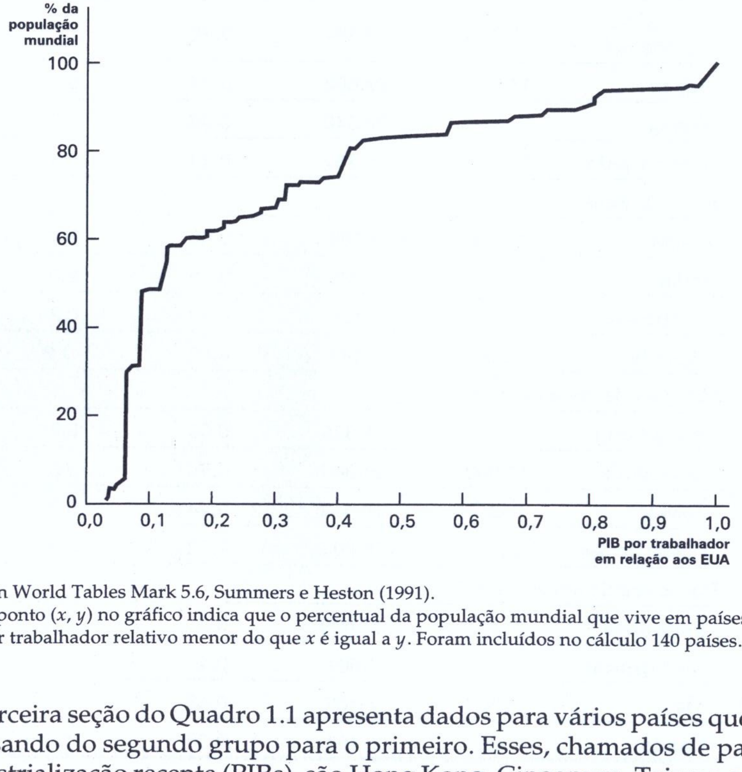
A segunda seção do Quadro 1.1 documenta a pobreza relativa e absoluta de algumas das economias mais pobres do mundo. A Índia e o Zimbabwe tinham, em 1990, um PIB *per capita* em torno de US$1.000, pouco mais de 5% do PIB dos EUA. Várias economias da África Subsaariana são ainda mais pobres: a renda *per capita* dos Estados Unidos é mais de 40 vezes maior do que a renda da Etiópia.

Para colocar esses números em perspectiva, vejamos outros indicadores. O trabalhador típico da Etiópia ou de Uganda deve trabalhar um mês e meio para ganhar o que recebe em um dia o trabalhador típico dos Estados Unidos. A expectativa de vida na Etiópia é de apenas dois terços daquela vigente nos Estados Unidos e a mortalidade infantil é vinte vezes mais elevada. Cerca de 40% do PIB são gastos com alimentação na Etiópia, contra cerca de 7% nos Estados Unidos.

Qual a proporção da população mundial que vive nesse patamar de pobreza? A Figura 1.1 responde a essa pergunta ao plotar em um gráfico a distribuição da população mundial em termos de PIB por trabalhador. Em 1988, cerca de metade da população mundial vivia em países com menos de 10% do PIB por trabalhador dos EUA. A maioria dessas pessoas vivia em apenas dois países: a China, com mais de um quinto da população mundial, tinha um PIB por trabalhador de menos de um quinze avos daquele dos EUA; a Índia, com um sexto da população mundial, tinha um PIB por trabalhador de menos de um décimo daquele dos Estados Unidos. Juntos, esses dois países respondem por cerca de 40% da população mundial. Já os 39 países da África subsaariana constituem menos de 10% da população mundial.

A Figura 1.2 mostra como essa distribuição mudou a partir de 1960. Em geral, a distribuição se tornou mais igual na medida em que a participação da população mundial que vive em países com um PIB por trabalhador de menos de 30% do PIB dos EUA se reduziu, em grande parte passando para a classe de 40% e de 50%. Dos países mais pobres, tanto a China quanto a Índia registraram um crescimento substancial do PIB por trabalhador, mesmo em relação aos Estados Unidos. A renda relativa da China aumentou de 4% do PIB dos EUA em 1960 para 6% em 1988 e a renda relativa da Índia passou de 7% do PIB dos EUA para 9%, no mesmo período.

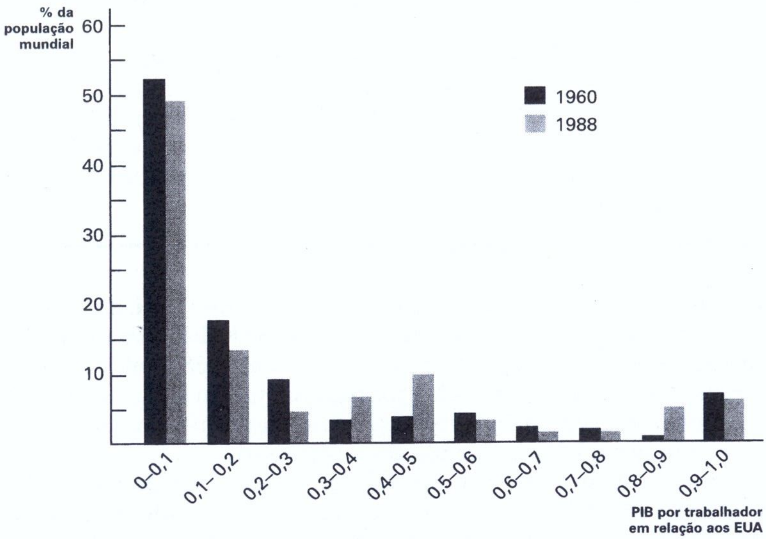
FIGURA 1.1 DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA DA POPULAÇÃO MUNDIAL SEGUNDO O PIB POR TRABALHADOR, 1988.



Fonte: Penn World Tables Mark 5.6, Summers e Heston (1991).
Nota: Um ponto (x, y) no gráfico indica que o percentual da população mundial que vive em países com um PIB por trabalhador relativo menor do que x é igual a y. Foram incluídos no cálculo 140 países.

A terceira seção do Quadro 1.1 apresenta dados para vários países que estão passando do segundo grupo para o primeiro. Esses, chamados de países de industrialização recente (PIRs), são Hong Kong, Cingapura, Taiwan e Coréia do Sul. É interessante observar que, por volta de 1990, Hong Kong tinha uma renda *per capita* de US$14.854, maior do que a de todos os demais países industrializados, exceto os Estados Unidos. Esse PIB *per capita* era mais do que o dobro daquele da Coréia do Sul. Contudo, como ocorreu com o Japão, o elevado PIB *per capita* de Hong Kong é, em grande parte, decorrência da alta taxa de participação da mão-de-obra desse país. Em termos de PIB por trabalhador, o de Hong Kong é aproximadamente equivalente ao do Japão, bem inferior aos das outras economias industrializadas. Já Cingapura tem um PIB por trabalhador de US$24.344, superior até ao PIB por trabalhador do Japão.

FIGURA 1.2 POPULAÇÃO MUNDIAL SEGUNDO PIB POR TRABALHADOR, 1960 E 1988.



Fonte: Penn World Tables Mark 5.6, Summers e Heston (1991).
Nota: O tamanho da amostra foi reduzido a 121 países para incluir os dados de 1960.

Uma característica importante desses PIRs é sua elevada taxa de crescimento, e isso nos leva ao próximo fato:

FATO # 2 As taxas de crescimento econômico variam substancialmente entre um país e outro.

As duas últimas colunas do Quadro 1.1 caracterizam o crescimento econômico. A quarta coluna registra a taxa média anual de variação em logaritmo (natural) do PIB por trabalhador de 1960 a 1990.[8] O crescimento do PIB por trabalhador dos EUA foi de apenas 1,4% ao ano entre 1960 e 1990. França, Alemanha Ocidental e Reino Unido cresceram um pouco mais rápido, enquanto o Japão registrou a significativa taxa de 5%. Os PIRs superaram até o Japão, exemplificando realmente o que se entende por um "milagre de crescimento". Os países mais pobres do mundo exibiram desempenhos variados. A China e a Índia, por exemplo, cresceram, entre 1960 e 1990, mais

[8] Ver Apêndice A para uma apresentação de como esse conceito de crescimento se relaciona com as variações percentuais.

rapidamente do que os Estados Unidos, mas suas taxas de crescimento foram de menos de metade daquelas registradas pelos PIRs. Outros países em desenvolvimento, como Zimbabwe e Uganda, registraram pouco ou nenhum crescimento no período. Finalmente, as taxas de crescimento de alguns países foram negativas entre 1960 e 1990, o que explica a denominação que lhes foi aplicada, de "desastres de crescimento". De fato, a renda real caiu em países como a Venezuela, Madagascar e Chade, como mostra o último painel do Quadro 1.1.

Uma maneira interessante de interpretar essas taxas de crescimento foi apresentada por Robert E. Lucas Jr. em um artigo intitulado "On the Mechanics of Economic Development" (1988). Uma regra prática bastante conveniente usada por Lucas é a de que um país que cresce a uma taxa de g% ao ano dobrará sua renda *per capita* a cada $70/g$ anos.[9] De acordo com essa regra, o PIB por trabalhador dos EUA duplicará em cerca de 50 anos, enquanto o PIB por trabalhador japonês dobrará em cerca de 14 anos. Em outras palavras, se essas taxas de crescimento persistirem por duas gerações, o americano ou o indiano médios serão duas ou três vezes mais ricos que seus avós. O cidadão médio do Japão, de Hong Kong ou da Coréia do Sul seria cerca de *vinte* vezes mais rico que seus avós. Em um espaço moderado de tempo, pequenas diferenças nas taxas de crescimento podem levar a imensas diferenças nas rendas *per capita*.

FATO # 3 As taxas de crescimento não são necessariamente constantes ao longo do tempo.

Nos Estados Unidos e em muitos dos países mais pobres do mundo, as taxas de crescimento não mudaram muito nos últimos cem anos. Por outro lado, as taxas de crescimento aumentaram significativamente em países como o Japão e os PIRs. Uma maneira simples de verificar isso é observar que um país que cresce 5% com uma renda *per capita* em torno de US$10 mil não pode manter essa taxa por muito tempo. A renda *per capita* dobraria a cada catorze anos, significando que a renda *per capita* teria que ter sido inferior a US$250 cem anos antes. Se considerarmos esse montante como um nível de

[9] Seja $y(t)$ a renda *per capita* do período t e seja y_0 algum valor inicial da renda *per capita*. Então, $y(t) = y_0 e^{gt}$. O tempo levado para dobrar a renda *per capita* é dado pelo tempo t^* em que $y(t)=2y_0$. Portanto,

$$2y_0 = y_0 e^{gt^*}$$

$$\Rightarrow t^* = \frac{\log 2}{g}.$$

A regra prática é estabelecida quando se observa que $\log 2 \approx 0{,}7$. Ver Apêndice A para maiores esclarecimentos.

renda de subsistência, então os países não poderiam estar crescendo a 5% ao ano por muito tempo. Seguindo um raciocínio semelhante, pode-se imaginar que mesmo os modestos 2% dos países industrializados não se terão registrado por todo o tempo. As taxas de crescimento devem ter crescido em algum momento do passado.

Outra maneira de verificar que as taxas de crescimento não são constantes ao longo do tempo é observar alguns exemplos. A taxa de crescimento médio da Índia no período de 1960 a 1990 foi de 2% ao ano. Contudo, de 1960 a 1980 a taxa de crescimento foi de apenas 1,3% ao ano; durante os anos 1980, a taxa se acelerou para 3,4% ao ano. Cingapura não registrou um crescimento significativamente elevado até depois da década de 1950. As ilhas Maurício registraram um acentuado *declínio* do PIB por trabalhador de 1,2% ao ano nas duas décadas que se seguiram à de 1950. Contudo, de 1970 a 1990 o país cresceu a 3,6% ao ano. Como exemplo final pode-se observar que, segundo informações de várias fontes, a taxa de crescimento anual da China tem sido de cerca de 10% nos últimos anos. Essa taxa parece muito elevada para ser aceita sem mais nem menos, mas não há dúvida de que a economia chinesa recente tem registrado um crescimento acelerado.

A substancial variação nas taxas de crescimento tanto entre um país e outro quanto dentro de um mesmo país leva a um importante corolário dos Fatos 2 e 3. Este é tão importante que será também um fato:

FATO # 4 A posição relativa de um país na distribuição mundial da renda *per capita* não é imutável. Os países podem passar de "pobres" a "ricos", e vice-versa.[10]

1.2 OUTROS "FATOS CONSAGRADOS"

Os Fatos 1 a 4 se aplicam, de forma ampla, a todos os países do mundo. O próximo fato descreve alguns aspectos da economia dos EUA. Esses aspectos se revelarão muito importantes, como mostra o Capítulo 2. Eles são características gerais da maioria das economias "no longo prazo".

10 Um exemplo clássico desta última situação é o da Argentina. Em fins do século XIX, a Argentina era um dos países mais ricos do mundo. Com uma base de recursos naturais impressionante e com uma infra-estrutura em rápido desenvolvimento, o país atraía investimentos estrangeiros e imigrantes em larga escala. Contudo, por volta de 1990, a renda *per capita* da Argentina era de apenas um terço daquela dos Estados Unidos. Carlos Diaz-Alejandro (1970) oferece uma discussão clássica da história econômica da Argentina.

FATO # 5 No último século, nos Estados Unidos,

1. a taxa de retorno real sobre o capital, r, não mostra tendência crescente ou decrescente;
2. as participações da renda destinada ao capital, rK/Y, e à mão-de-obra, wL/Y, não apresentam tendência; e
3. a taxa de crescimento médio do produto *per capita* tem sido positiva e constante ao longo do tempo – isto é, os Estados Unidos apresentam um crescimento da renda *per capita* estável e sustentado.

Esse fato estilizado, na verdade um conjunto de fatos, foi, em grande parte, extraído de uma palestra proferida por Nicholas Kaldor em uma conferência sobre acumulação de capital que teve lugar em 1958 (Kaldor, 1961). Kaldor, seguindo o conselho de Charles Babbage, começou sua palestra afirmando que o teórico da economia deveria começar por um resumo dos fatos "consagrados" que se supõe sejam explicados pela teoria.

O primeiro fato mencionado por Kaldor – que a taxa de retorno sobre o capital é praticamente constante – é visualizado de modo mais adequado quando se observa que a taxa de juros real sobre a dívida pública da economia dos EUA não apresenta tendência. Sem dúvida, não observamos diretamente a taxa de juros real, mas é possível subtrair da taxa de juros nominal a taxa de inflação corrente ou esperada, e constatar o fato.

O segundo fato refere-se ao pagamento aos fatores de produção, que podemos agrupar em capital e trabalho. No caso dos Estados Unidos, é possível calcular a participação da mão-de-obra no PIB calculando o montante de salários e ordenados e a renda dos autônomos como parcela do PIB.[11] Esses cálculos revelam que a participação da mão-de-obra tem sido relativamente constante ao longo do tempo, situando-se em torno de 0,7. Se estivéssemos considerando um modelo com dois fatores, e se imaginarmos que não há lucros econômicos no modelo, então a parcela do capital é simplesmente 1 menos a parcela da força de trabalho, ou 0,3. Esses primeiros dois fatos implicam que a razão capital/produto, K/Y, é aproximadamente constante nos EUA.

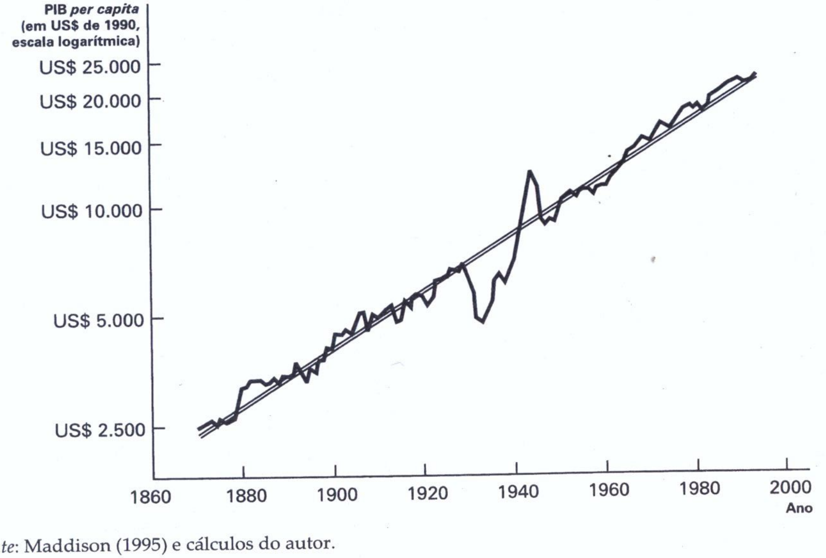
O terceiro fato é uma reinterpretação de um dos fatos consagrados de Kaldor, ilustrado pela Figura 1.3. Esse gráfico plota o PIB *per capita* (em escala logarítmica) dos Estados Unidos no período de 1870 a 1994. A linha de tendência no gráfico sobe a uma taxa de 1,8% ao ano e a constância relativa da taxa de crescimento pode ser vista ao observarmos que, afora as altas e baixas dos ciclos econômicos, essa trajetória constante da taxa de crescimento se "ajusta" muito bem aos dados.

[11] Esses dados estão registrados nas Contas de Renda e Produto dos EUA. Ver, por exemplo, Council of Economic Advisors (1997).

FATO # 6 O crescimento do produto e o crescimento do volume do comércio internacional estão estreitamente relacionados.

A Figura 1.4 documenta a relação próxima entre o crescimento do produto de um país (PIB) e o crescimento do seu volume de comércio. Aqui definimos o volume de comércio como a soma de exportações e importações, mas um gráfico similar poderia ser construído a partir de qualquer um dos componentes do comércio. Observe que, no caso de muitos países, o volume de comércio tem aumentado a uma velocidade maior do que o PIB; a participação de importações e exportações no PIB, de modo geral, aumentou em todo o mundo a partir de 1960.[12]

FIGURA 1.3 PIB REAL *PER CAPITA* NOS EUA, 1870-1994.



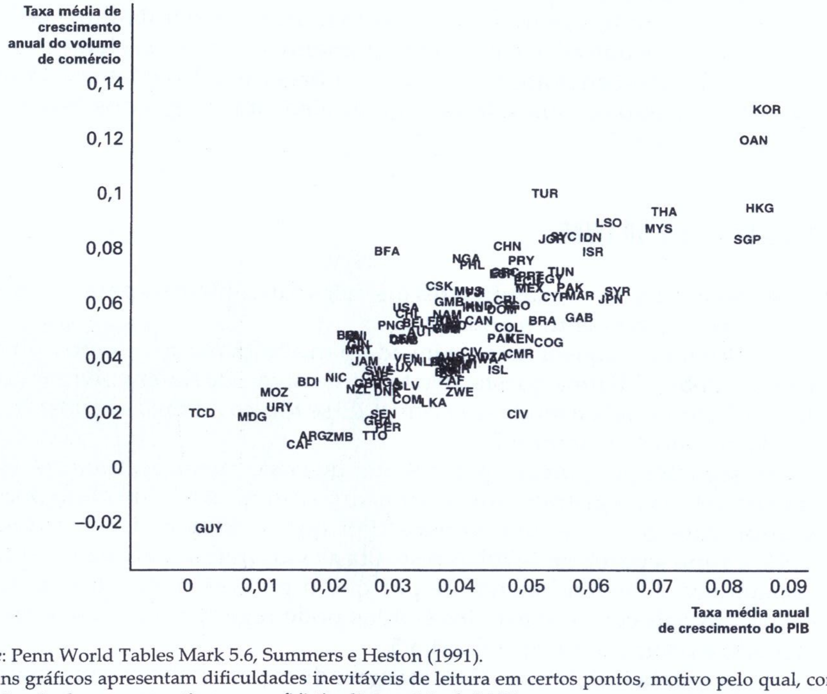
Fonte: Maddison (1995) e cálculos do autor.

A relação entre comércio e desempenho econômico é complicada. Algumas economias, como Hong Kong, Cingapura e Luxemburgo, floresceram como "centros comerciais" regionais. A razão de intensidade de comércio –

[12] A respeito desse ponto, é interessante observar que a economia mundial era muito aberta ao comércio internacional antes da Primeira Guerra Mundial. Jeffrey Sachs e Andrew Warner (1995) argumentam que boa parte da liberalização do comércio efetivada a partir da Segunda Guerra Mundial, pelo menos até os anos 1980, apenas recuperou a natureza global dos mercados vigente em 1900.

soma de exportações e importações dividida pelo PIB – dessas economias *supera* os 150%. Como isso é possível? Essas economias importam produtos não-acabados, adicionam valor ao completar o processo de produção e então reexportam o resultado. Naturalmente, o PIB só é gerado nessa segunda etapa. Um componente substancial do sólido desempenho do crescimento nessas economias está associado a um aumento na intensidade de comércio.

FIGURA 1.4 CRESCIMENTO DO COMÉRCIO E DO PIB, 1960-90.



Fonte: Penn World Tables Mark 5.6, Summers e Heston (1991).
Alguns gráficos apresentam dificuldades inevitáveis de leitura em certos pontos, motivo pelo qual, com autorização do autor, mantivemo-nos fiéis à edição original. (N.E.)

Por outro lado, a intensidade de comércio no Japão na verdade caiu de cerca de 21% em 1960 para cerca de 18% em 1992, apesar do rápido crescimento *per capita*. E quase todos os países da África subsaariana têm intensidades de comércio maiores do que o Japão. Vários desses países também registraram aumento na intensidade de comércio de 1960 a 1990, apesar do fraco desempenho em termos de crescimento econômico.

FATO # 7 **Trabalhadores qualificados e não-qualificados tendem a migrar de países ou regiões pobres para países ou regiões ricas.**

Robert Lucas destacou esse fato consagrado em seu artigo que mencionamos anteriormente. A evidência desse fato pode ser encontrada na presença de restrições à imigração nos países ricos. Essa é uma observação importante, porque esses movimentos da força de trabalho, que muitas vezes têm custos bastante altos, nos dizem algo a respeito dos salários reais. Os retornos à mão-de-obra tanto qualificada quanto não-qualificada devem ser *mais elevados* nas regiões de renda alta do que nas regiões de renda baixa. De outro modo, os trabalhadores não estariam dispostos a arcar com os altos custos da migração. Em termos de trabalho qualificado, isso apresenta um interessante quebra-cabeça. Tudo indica que o trabalho qualificado é escasso nas economias em desenvolvimento e as teorias elementares nos dizem que os retornos aos fatores são maiores quando os fatores são escassos. Por que, então, a mão-de-obra qualificada não migra dos Estados Unidos para o Zaire?

1.3 O RESTANTE DO LIVRO

O restante deste livro examina três questões fundamentais para o crescimento e o desenvolvimento econômicos.

A primeira é aquela feita no início do capítulo: por que somos tão ricos e eles tão pobres? É uma questão em torno de níveis de desenvolvimento e distribuição mundial de rendas *per capita*. Esse tópico é analisado nos Capítulos 2 e 3 e revisto no Capítulo 7.

A segunda pergunta é: qual o motor do crescimento econômico? Como é que economias registram um crescimento sustentado no produto por trabalhador durante um século ou mais? Por que os Estados Unidos cresceram 1,8% ao ano a partir de 1870? A resposta a essas perguntas está no *progresso tecnológico*. O entendimento de por que o progresso tecnológico ocorre e como um país como os Estados Unidos pode registrar um crescimento sustentado é o tema dos Capítulos 4 e 5.

A pergunta final refere-se aos *milagres de crescimento*. Como é que economias como o Japão de depois da Segunda Guerra Mundial e, mais recentemente, Hong Kong, Cingapura e Coréia do Sul conseguiram transformar-se tão rapidamente de "pobres" em "ricas"? Essas transformações, como num conto de fadas, estão no cerne do crescimento e do desenvolvimento econômicos. Os Capítulos 6 e 7 apresentam uma teoria que integra os modelos dos capítulos anteriores. O Capítulo 8 expõe teorias alternativas do crescimento econômico e o Capítulo 9 oferece algumas conclusões.

Dois apêndices completam este livro. O Apêndice A faz uma revisão da matemática utilizada neste livro.[13] O Apêndice B apresenta um conjunto de

---

[13] Aos leitores pouco familiarizados com cálculo, equações diferenciais e matemática do crescimento recomendamos ler o Apêndice A antes de passar à leitura do próximo capítulo.

dados analisados ao longo do livro. Os códigos de países utilizados em gráficos como a Figura 1.4 também estão aí apresentados.

Os fatos que examinamos neste capítulo indicam que não formulamos essas perguntas apenas por curiosidade intelectual. As respostas são a chave para o alastramento de um rápido crescimento econômico. De fato, a recente experiência do Leste da Ásia sugere que esse crescimento tem o poder de transformar padrões de vida no decorrer de uma única geração. Ao rever essas evidências na Conferência Marshall, na Cambridge University, em 1985, Robert E. Lucas Jr. expressou o sentimento que estimulou a pesquisa sobre o crescimento econômico na década seguinte:

> Não vejo como se pode olhar dados como esses sem sentir que eles representam possibilidades. Há alguma coisa que o governo da Índia poderia fazer para levar a economia de seu país a crescer como as economias da Indonésia ou do Egito? E, havendo, o quê exatamente? Se não, o que há na "natureza da Índia" que a torna assim? As conseqüências para o bem-estar humano envolvidas nessas questões são simplesmente incríveis: uma vez que se começa a pensar nelas, é difícil pensar em qualquer outra coisa (Lucas, 1988, p. 5).

2 O MODELO DE SOLOW

> Toda teoria depende de hipóteses que não são totalmente verdadeiras. É isso que a faz teoria. A arte de bem teorizar é fazer as inevitáveis hipóteses simplificadoras de tal maneira que os resultados finais não sejam muito sensíveis.
>
> – ROBERT SOLOW (1956), p. 65.

Em 1956, Robert Solow publicou um artigo seminal sobre o crescimento e o desenvolvimento econômicos intitulado "A Contribution to the Theory of Economic Growth". Por esse trabalho e pelas subseqüentes contribuições à nossa compreensão do crescimento econômico, Solow foi contemplado com o Prêmio Nobel de Economia em 1987. No presente capítulo, desenvolveremos o modelo proposto por Solow e exploraremos sua capacidade de explicar os fatos consagrados a respeito do crescimento e do desenvolvimento apresentados no Capítulo 1. Como veremos, esse modelo oferece uma importante base para o entendimento do motivo pelo qual muitos países são vigorosamente ricos enquanto outros são empobrecidos.

Seguindo o conselho de Solow na citação acima, levantaremos várias hipóteses que parecerão heróicas. Contudo, esperamos que essas hipóteses simplificadoras não distorçam em demasia, para os nossos propósitos, o quadro do mundo que criaremos. Por exemplo, o mundo que consideraremos neste capítulo será formado por países que produzem e consomem um único bem homogêneo (*produto*). Em termos conceituais, bem como para testar o modelo usando dados empíricos, é conveniente pensar nesse produto como unidades do Produto Interno Bruto, ou PIB, de um país. Uma implicação dessa hipótese simplificadora é que não há comércio internacional no modelo porque há apenas um bem: dou-lhe um autógrafo de Joe DiMaggio, de 1941, em troca de ... seu autógrafo de Joe DiMaggio? Outra hipótese do modelo é que a tecnologia é exógena – isto é, a tecnologia disponível para as empresas nesse mundo simples não é afetada pelas ações das empresas, incluindo pesquisa e desenvolvimento (P&D). Mais adiante, relaxaremos essas hipóteses, mas por enquanto, e para Solow, elas funcionam. A economia tem feito muitos progressos criando um mundo muito simples e, então, observando como ele funciona e deixa de funcionar.

Antes de apresentar o modelo de Solow, vale a pena voltar atrás para considerar o que é um modelo e para que ele serve. Na teoria econômica moderna, um modelo é uma representação matemática de algum aspecto da economia. É mais fácil pensar nos modelos como economias de brinquedo povoadas por robôs. Sabemos exatamente como os robôs se comportam, maximizando a sua própria utilidade. Também especificamos as restrições a que os robôs se sujeitam ao buscar maximizar sua utilidade. Por exemplo, os robôs que povoam nossa economia podem querer consumir a maior quantidade possível de produto, mas estão limitados pela quantidade de produto que geram com as tecnologias disponíveis. Os melhores modelos são, com freqüência, muito simples, mas transmitem grandes percepções acerca do funcionamento do mundo. Pense no caso da oferta e da demanda, na microeconomia. Essa ferramenta básica tem uma eficácia notável na previsão da resposta dos preços e quantidades de itens tão diversos quanto cuidados com a saúde, computadores e armas nucleares às mudanças do ambiente econômico.

Com esse entendimento de como e por que os economistas desenvolvem modelos, faremos uma pausa para destacar algumas das principais hipóteses que utilizaremos até os capítulos finais do livro. Em vez de escrever as funções de utilidade a serem maximizadas pelos robôs de nossa economia, sintetizaremos os resultados da maximização de utilidade com regras elementares a que os robôs obedecerão. Por exemplo, um problema comum na economia está na decisão que as pessoas têm de tomar entre quanto consumir hoje e quanto poupar para consumir no futuro. Ou a decisão de por quanto tempo freqüentar a escola para acumular qualificações e quanto tempo permanecer no mercado de trabalho. Em vez de formular esses problemas explicitamente, vamos supor que as pessoas poupem uma fração constante de sua renda e gastem parte constante do seu tempo acumulando qualificações. São simplificações extremamente úteis; sem elas seria muito difícil resolver os modelos sem recorrer a técnicas matemáticas avançadas. Para grande parte das finalidades, essas são hipóteses adequadas a uma primeira aproximação do entendimento do crescimento econômico. Contudo, fique tranqüilo, a partir do Capítulo 7 essas hipóteses serão relaxadas.

2.1 MODELO BÁSICO DE SOLOW

O modelo de Solow é construído em torno de duas equações, uma função de produção e uma equação de acumulação de capital. A função de produção descreve como insumos como escavadeiras mecânicas, semicondutores, engenheiros e operários se combinam para gerar produto. Para simplificar o modelo, agruparemos esses insumos em duas categorias: capital, K, e trabalho, L, e chamaremos o produto de Y. A *função de produção* será a Cobb-Douglas e será dada por

$$Y = F(K,L) = K^{\alpha}L^{1-\alpha}, \tag{2.1}$$

onde α é qualquer número entre 0 e 1.[1] Observe que essa função de produção apresenta retornos constantes à escala: se todos os insumos forem duplicados, o produto dobrará.[2]

As empresas nessa economia pagam aos trabalhadores um salário, w, a cada unidade de trabalho, e um aluguel, r, a cada unidade de capital em um período. Imaginaremos que há um grande número de empresas, de modo que vigora a concorrência perfeita e as empresas são tomadoras de preço.[3] Normalizando o preço do produto em nossa economia para a unidade, as empresas maximizadoras de lucro resolvem o seguinte problema:

$$\max_{K,L} F(K,L) - rK - wL.$$

De acordo com as condições de primeira ordem para esse problema, as empresas irão contratar mão-de-obra até que o produto marginal da mão-de-obra seja igual ao salário e arrendar capital até que o produto marginal seja igual ao preço do aluguel:

$$w = \frac{\partial F}{\partial L} = (1-\alpha)\frac{Y}{L},$$

$$r = \frac{\partial F}{\partial K} = \alpha\frac{Y}{K}.$$

---

[1] Charles Cobb e Paul Douglas (1928) propuseram essa forma funcional em sua análise da indústria de transformação dos EUA. É interessante notar que eles argumentaram que essa função de produção, com um valor de ¼ para α, se ajustava muito bem aos dados sem considerar progresso tecnológico

[2] Recorde que, se $F(\alpha K, \alpha L) = \alpha Y$ para qualquer $a > 1$, então dizemos que a função de produção apresenta retornos constantes à escala. Se $F(\alpha K, \alpha L) > \alpha Y$, então a função de produção registrará *retornos crescentes à escala*, e se o sentido da desigualdade for invertido, os *retornos à escala serão decrescentes*.

[3] Na microeconomia, como se recorda, aprendemos que, com retornos constantes à escala, o número de empresas é indeterminado, isto é, não é fixado pelo modelo.

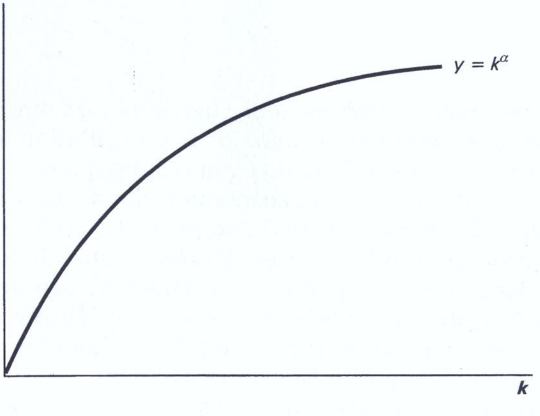
Observe que $wL + rK = Y$. Isto é, os pagamentos aos insumos ("pagamentos aos fatores") exaurem totalmente o valor do produto gerado, de modo que não podem ser auferidos lucros econômicos. Esse importante resultado é uma propriedade geral de funções de produção com retornos à escala constante.

Lembre-se que no Capítulo 1 foi mencionado que os fatos consagrados que estamos interessados em explicar envolvem o produto por trabalhador ou o produto *per capita*. Com isso em mente, podemos reescrever a função de produção da equação (2.1) em termos de produto por trabalhador, $y \equiv Y/L$, e de capital por trabalhador, $k \equiv K/L$:

$$y = k^{\alpha}. \tag{2.2}$$

Essa função de produção está representada graficamente na Figura 2.1. Com mais capital por trabalhador, as empresas geram mais produto por trabalhador. Contudo, há retornos decrescentes ao capital por trabalhador; a cada unidade adicional de capital que damos a um trabalhador, o produto gerado por esse trabalhador cresce menos e menos.

FIGURA 2.1 FUNÇÃO DE PRODUÇÃO COBB-DOUGLAS.



A segunda equação fundamental do modelo de Solow é uma equação que descreve como o capital se acumula. Ela é dada por

$$\dot{K} = sY - dK. \tag{2.3}$$

Esse tipo de equação será usado ao longo deste livro e é muito importante, de modo que nos deteremos por alguns instantes para explicar cuidadosamente o que ela nos diz. De acordo com esta equação, a variação no estoque de capital, $\dot{K}$, é igual ao montante do investimento bruto, sY, menos o montante da depreciação que ocorre durante o processo produtivo, dK. Explanaremos esses três termos com mais pormenores.

O termo do lado esquerdo da equação (2.3) é a versão contínua no tempo de $K_{t+1} - K_t$, isto é, a variação no estoque de capital por "período". Usamos a notação de "ponto"[4] para indicar a derivada com relação ao tempo.:

$$\dot{K} \equiv \frac{dK}{dt}.$$

O segundo termo da equação (2.3) representa o investimento bruto. De acordo com Solow, supomos que os trabalhadores/consumidores poupam uma fração constante, s, de sua renda combinada de salários e aluguéis, $Y = wL + rK$. A economia é fechada, de modo que a poupança é igual ao investimento, e a única utilização do investimento nessa economia é a acumulação de capital. Os consumidores, então, alugam esse capital para as empresas, que o utilizam na produção, como foi dito anteriormente.

O terceiro termo da equação (2.3) reflete a depreciação do estoque de capital que ocorre durante a produção. A forma funcional padrão aqui empregada implica que uma fração constante, d, do estoque de capital se deprecia a cada período (qualquer que seja a quantidade produzida). Por exemplo, freqüentemente admitimos que $d = 0{,}05$, de modo que 5% das máquinas e instalações da economia do nosso modelo se desgastam a cada ano.

Para estudar a evolução do produto *per capita* dessa economia, reescrevemos a equação da acumulação de capital em termos de capital *per capita*. Então, a função de produção da equação (2.2) nos dirá a quantidade de produto *per capita* gerado por qualquer estoque de capital *per capita* existente na economia. Isto é feito mais facilmente por meio de um simples macete matemático que é usado muitas vezes no estudo do crescimento. O macete matemático é "tirar os logaritmos e então derivar" (ver Apêndice A para maiores explicações). A seguir, mostramos dois exemplos de como isso é feito.

Exemplo 1:

$$k \equiv K/L \Rightarrow \log k = \log K - \log L$$

$$\Rightarrow \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L}.$$

[4] O Apêndice A explica o significado dessa notação em mais detalhes.

Exemplo 2:

$$y = k^{\alpha} \Rightarrow \log y = \alpha \log k$$

$$\Rightarrow \frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k}.$$

Aplicando o Exemplo 1 à equação (2.3) podemos reescrever a equação da acumulação de capital em termos de capital por trabalhador. Antes de prosseguir, porém, vejamos a taxa de crescimento da força de trabalho, $\dot{L}/L$. Uma hipótese importante que manteremos ao longo da maior parte do livro é que a taxa de participação da força de trabalho é constante e que a taxa de crescimento populacional é dada pelo parâmetro n.[5] Isto implica que a taxa de crescimento da força de trabalho, $\dot{L}/L$, também é dada por n. Se $n = 0{,}01$, então a população e a força de trabalho estão crescendo 1% ao ano. Esse crescimento exponencial pode ser expresso na relação

$$L(t) = L_0 e^{nt}.$$

Tirando os logaritmos e derivando, qual é o resultado?

Agora estamos prontos para combinar o Exemplo 1 e a equação (2.3):

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{sY}{K} - n - d$$

$$= \frac{sy}{k} - n - d.$$

Isso resulta na equação de acumulação de capital em termos por trabalhador:

$$\dot{k} = sy - (n + d)k.$$

Esta equação diz que a variação no capital por trabalhador é determinada, a cada período, por três termos. Dois deles são análogos aos da equação de acumulação de capital original. O investimento por trabalhador, sy, au-

[5] Muitas vezes é conveniente, ao descrever o modelo, supor que a taxa de participação da força de trabalho é a unidade, isto é, que todos os componentes da população são também trabalhadores.

menta k, enquanto a depreciação por trabalhador, dk, reduz k. O termo novo nessa equação é uma redução em k devida ao crescimento populacional, o termo nk. A cada período aparecem nL novos trabalhadores que não existiam no período anterior. Se não houver novos investimentos nem depreciação, o capital *por trabalhador* se reduzirá devido ao aumento na força de trabalho. O montante da redução será exatamente nk, como se pode ver fazendo $\dot{K}$ igual a zero no Exemplo 1.

2.1.1 O diagrama de Solow

Já derivamos as duas equações fundamentais do modelo de Solow em termos de produto por trabalhador e de capital por trabalhador. Essas equações são

$$y = k^{\alpha} \tag{2.4}$$

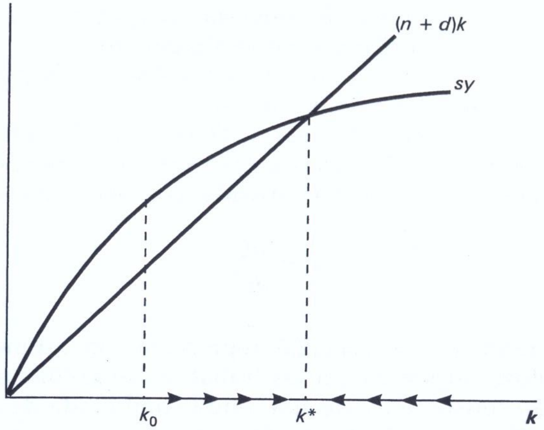
e

$$\dot{k} = sy - (n + d)k. \tag{2.5}$$

Agora estamos prontos para fazer importantes perguntas ao nosso modelo. Por exemplo, uma economia começa com um dado estoque de capital por trabalhador, k_0, e taxa de crescimento populacional, taxa de depreciação e taxa de investimento dadas. Como evolui ao longo do tempo, nessa economia, o produto por trabalhador – isto é, quanto cresce a economia? E o que acontece, no longo prazo, com o produto por trabalhador quando estamos comparando duas economias com diferentes taxas de investimento?

Essas questões são analisadas mais facilmente quando observamos um diagrama de Solow, mostrado na Figura 2.2. O gráfico de Solow consiste em duas curvas, plotadas como funções da razão capital/trabalho, k. A primeira curva é o montante de investimento *per capita*, $sy = sk^{\alpha}$. Esta curva tem a mesma forma da função de produção apresentada na Figura 2.1, mas é reduzida pelo fator s. A segunda curva é a linha constante $(n + d)k$, que representa o novo investimento *per capita* necessário para manter constante o montante de capital por trabalhador – tanto a depreciação quanto o crescimento da força de trabalho tendem a reduzir o montante de capital *per capita* da economia. Quando essa mudança é positiva e a economia está aumentando seu capital por trabalhador, dizemos que está ocorrendo um *aprofundamento do capital*. Quando a mudança é zero mas o estoque de capital real, K, está crescendo (em decorrência do crescimento populacional), dizemos que ocorre apenas um *alargamento de capital*.

FIGURA 2.2 O DIAGRAMA BÁSICO DE SOLOW.

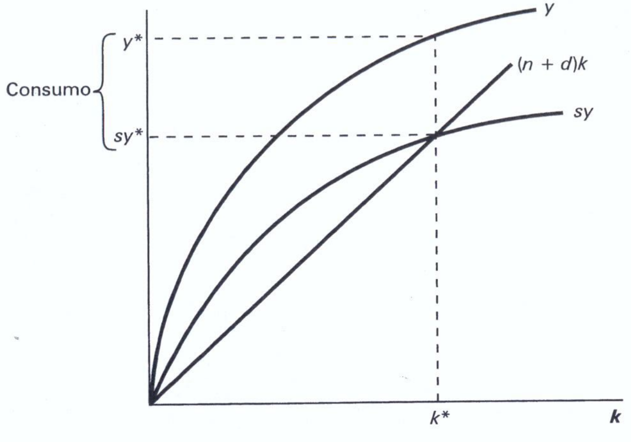


Para considerar um exemplo específico, imagine uma economia que tenha, hoje, um montante de capital igual a k_0, como mostra a Figura 2.2. O que acontece ao longo do tempo? Em k_0, o montante de investimento por trabalhador é superior ao necessário para se manter constante o capital por trabalhador, de modo que se verifica um aprofundamento do capital – isto é, k aumenta ao longo do tempo. Esse aprofundamento do capital continuará até que $k = k^*$, ponto em que $sy = (n + d)k$, de modo que $\dot{k} = 0$. Nesse ponto, o montante de capital por trabalhador permanece constante, e chamamos tal ponto de *estado estacionário*.

O que ocorreria se, no momento inicial, o estoque de capital por trabalhador fosse maior que k^*? Em pontos à direita de k^*, na Figura 2.2, o montante de investimento suprido pela economia é menor que o necessário para manter constante a razão capital-trabalho inicial. O termo $\dot{k}$ é negativo, e, portanto, o montante de capital por trabalhador começa a cair. Essa queda prossegue até que o capital por trabalhador se reduza a k^*.

Observe que o gráfico de Solow determina o valor do capital por trabalhador no estado estacionário. A função de produção da equação (2.4) determina então o valor do produto por trabalhador no estado estacionário, y^*, como função de k^*. Às vezes é conveniente incluir a função de produção no próprio gráfico de Solow para determinar esse ponto claramente. Isto é feito na Figura 2.3. Observe que o consumo por trabalhador no estado estacionário é dado, então, pela diferença entre o produto por trabalhador no estado estacionário, y^*, e o investimento por trabalhador no estado estacionário, sy^*.

FIGURA 2.3 DIAGRAMA DE SOLOW E A FUNÇÃO DE PRODUÇÃO.



2.1.2 Estática comparativa

A estática comparativa é usada para examinar a resposta do modelo a mudanças nos valores de seus vários parâmetros. Nesta seção, veremos o que acontece com a renda *per capita* em uma economia que se encontra inicialmente no estado estacionário e passa então por um "choque". Os choques que consideraremos aqui são um aumento na taxa de investimento, s, e um aumento na taxa de crescimento populacional, n.

Um aumento na taxa de investimento Imagine uma economia que atingiu o estado estacionário para o valor do produto por trabalhador. Suponha agora que os consumidores dessa economia decidam aumentar a taxa de investimento, permanentemente, de s para um valor s'. O que acontece nesse caso com k e y?

Encontramos a resposta na Figura 2.4. O aumento na taxa de investimento desloca para cima a curva sy, que vai para $s'y$. Dado o valor corrente do estoque de capital, k^*, o investimento por trabalhador é agora superior ao montante necessário para manter constante o capital por trabalhador, e, portanto, se reinicia um aprofundamento do capital. Esse aprofundamento prossegue até o ponto em que $s'y = (n + d)k$ e o estoque de capital por trabalhador aumenta para k^{**}. De acordo com a função de produção, sabemos que esse nível mais elevado de capital por trabalhador estará associado a um maior produto *per capita*; a economia se tornou mais rica do que era antes.

Um aumento na taxa de crescimento populacional Vejamos agora outro exercício. Imagine que a economia alcançou seu estado estacionário, mas em decorrência de um aumento da imigração – por exemplo, a taxa de crescimento populacional aumenta de n para n'. O que ocorre com k e y nessa economia?

A Figura 2.5 apresenta graficamente a resposta. A curva $(n + d)k$ se desloca para a esquerda e se torna mais ascendente, passando para a nova curva $(n' + d)k$. Dado o montante corrente do estoque de capital, k^*, e o aumento da

FIGURA 2.4 UM AUMENTO NA TAXA DE INVESTIMENTO.

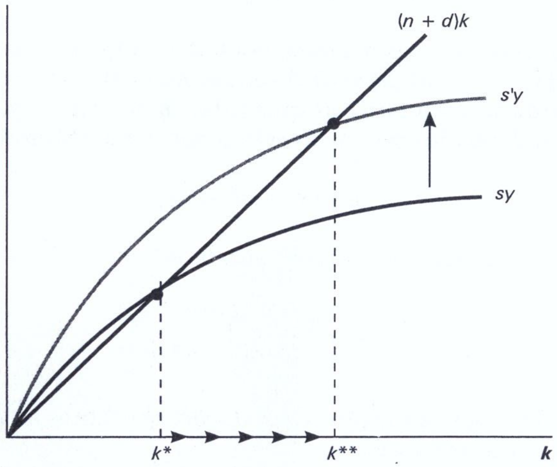
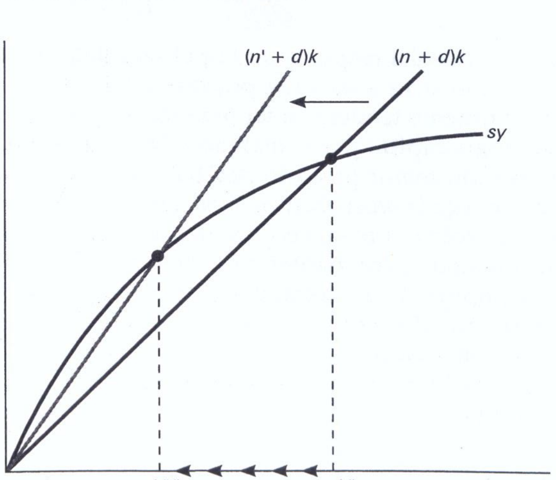


FIGURA 2.5 UM AUMENTO NO CRESCIMENTO POPULACIONAL.



população, o investimento por trabalhador já não é mais suficiente para manter constante a razão capital-trabalho. Portanto, a razão capital-trabalho se reduz. A queda prossegue até o ponto em que $sy = (n' + d)k$, indicado por k^{**} na Figura 2.5. Nesse ponto, a economia tem menos capital por trabalhador do que no início e está, portanto, mais pobre; o produto *per capita* cai após o aumento no crescimento populacional do exemplo. Por quê?

2.1.3 Propriedades do estado estacionário

Por definição, a quantidade de capital por trabalhador, no estado estacionário, é determinada pela condição $\dot{k} = 0$. As equações (2.4) e (2.5) nos permitem utilizar essa condição para obter as quantidades de capital por trabalhador e produto por trabalhador no estado estacionário. Substituindo (2.4) em (2.5),

$$\dot{k} = sk^{\alpha} - (n + d)k,$$

e tornando essa equação igual a zero obtemos

$$k^* = \left(\frac{s}{n+d}\right)^{1/(1-\alpha)}.$$

Substituindo isso na função de produção, chegamos ao produto por trabalhador no estado estacionário, y^*:

$$y^* = \left(\frac{s}{n+d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)}$$

Esta equação revela a resposta dada pelo modelo de Solow à pergunta "Por que somos tão ricos e eles tão pobres?". Países que têm altas razões poupança/investimento tenderão a ser mais ricos, *ceteris paribus*.[6] Esses países acumulam mais capital por trabalhador, e países com mais capital por trabalhador têm um maior produto por trabalhador. Já os países que têm alta taxa de poupança (investimento) tenderão a ser mais pobres, de acordo com o modelo de Solow. Em tais economias, é necessária uma fração maior das poupanças apenas para manter constante a razão capital-produto face ao aumento da população. Essa exigência de alargamento do capital dificulta o aprofundamento do capital e essas economias tendem a acumular menos capital por trabalhador.

Essas previsões do modelo de Solow se sustentam empiricamente? As Figuras 2.6 e 2.7 plotam o PIB por trabalhador e o investimento bruto como pro-

[6] Expressão latina cujo significado é "tudo o mais mantendo-se constante".

FIGURA 2.6 PIB POR TRABALHADOR *VERSUS* TAXAS DE INVESTIMENTO.

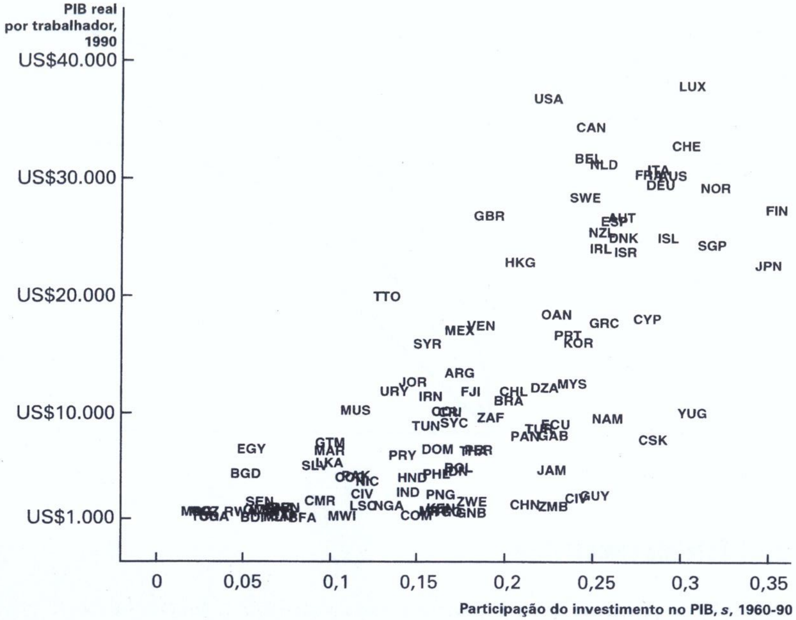
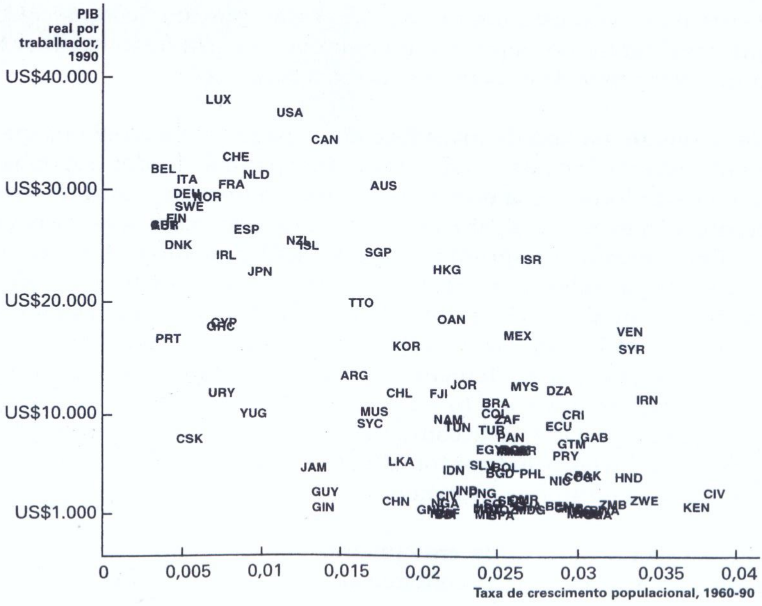


FIGURA 2.7 PIB POR TRABALHADOR *VERSUS* TAXAS DE CRESCIMENTO POPULACIONAL.



porção do PIB e o PIB por trabalhador e as taxas de crescimento populacional, respectivamente. Em geral, as previsões do modelo de Solow são sustentadas por dados empíricos. Países com altas taxas de investimento tendem a ser, em média, mais ricos que os países que registram taxas de investimento menores, e os países com altas taxas de crescimento populacional são mais pobres, em média. Portanto, as previsões gerais do modelo de Solow parecem ser confirmadas pelos dados empíricos.

2.1.4 Crescimento econômico no modelo simples

O que acontece com o crescimento econômico no estado estacionário dessa versão simples do modelo de Solow? A resposta é *não* há crescimento *per capita* nessa versão do modelo. O produto por trabalhador (e, portanto, *per capita*, pois supomos que a taxa de participação da força de trabalho é uma constante) é constante no estado estacionário. Naturalmente, o próprio produto, Y, cresce, mas o faz à mesma taxa do crescimento populacional.[7]

Essa versão do modelo se ajusta a vários dos fatos estilizados apresentados no Capítulo 1. Ela gera diferenças na renda *per capita* de diferentes países. Gera uma razão capital-produto constante (porque tanto k quanto y são constantes, implicando que K/Y seja constante). Gera uma taxa de juros constante, o produto marginal do capital. Contudo, não consegue prever um fato estilizado extremamente importante: que as economias registram um crescimento sustentado da renda *per capita*. Nesse modelo, as economias crescem durante um período, mas não sempre. Por exemplo, uma economia que no início apresenta um estoque de capital por trabalhador inferior ao montante exigido pelo estado estacionário experimentará crescimento de k e y ao longo de uma *trajetória de transição* até chegar ao estado estacionário. Com o tempo, contudo, o crescimento se torna mais lento à medida que a economia se aproxima do estado estacionário e, finalmente, o crescimento cessa por completo.

Para ver que o crescimento se desacelera ao longo da trajetória, observe duas coisas. Primeiro, partindo da equação de acumulação de capital,

$$\frac{\dot{k}}{k} = sk^{\alpha-1} - (n + d). \tag{2.6}$$

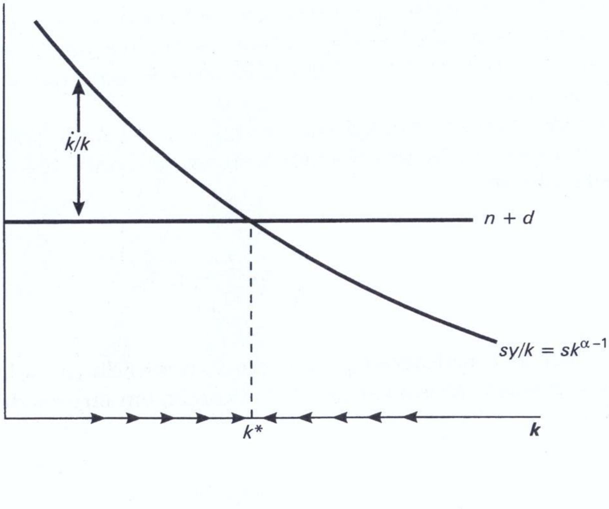
Como α é menor que um, à medida que k aumenta, a taxa de crescimento de k declina gradualmente. Segundo, o Exemplo 2 mostra que a taxa de crescimento de y é proporcional à taxa de crescimento de k, de modo que o mesmo ocorre com o produto por trabalhador.

---

[7] Isto pode ser visto facilmente usando-se o macete do "tire o logaritmo e então derive" a $y \equiv Y/L$.

A dinâmica da transição implícita na equação (2.6) está representada na Figura 2.8.[8] O primeiro termo do lado direito da equação é $sk^{\alpha-1}$, que é igual a sy/k. Quanto mais elevado o nível do capital por trabalhador, tanto menor o produto médio do capital, y/k, em decorrência dos retornos decrescentes à acumulação de capital (α é menor que um). Portanto, a declividade da curva é decrescente. O segundo termo do lado direito da equação (2.6) é $n + d$, que não depende de k, e por isso é representado por uma linha horizontal. A diferença entre as duas linhas na Figura 2.8 é a taxa de crescimento do estoque de capital ou $\dot{k}/k$. Assim, a figura indica claramente que, quanto mais a economia se encontra abaixo do valor de k no estado estacionário, tanto mais rápido será o crescimento da economia. E quanto mais acima a economia se encontrar do valor de k no estado estacionário, tanto mais rapidamente k declinará.

FIGURA 2.8 DINÂMICA DA TRANSIÇÃO.



2.2 TECNOLOGIA E O MODELO DE SOLOW

Para gerar crescimento sustentado na renda *per capita* nesse modelo, temos que seguir Solow e introduzir o progresso tecnológico no modelo. Isto é feito acrescentando-se uma variável de tecnologia, A, à função de produção:

$$Y = F(K, AL) = K^{\alpha}(AL)^{1-\alpha}. \tag{2.7}$$

[8] Esta versão alternativa do gráfico de Solow torna muito mais transparentes as implicações do modelo de Solow para o crescimento. Xavier Sala-i-Martin (1990) destaca esse ponto.

Incluída desse modo, diz-se que a variável tecnológica A é "aumentadora de trabalho" ou "Harrod-neutra".[9] O progresso tecnológico ocorre quando A aumenta ao longo do tempo – uma unidade de trabalho, por exemplo, é mais produtiva quando o nível da tecnologia é mais elevado.

Uma hipótese importante do modelo de Solow é que o progresso tecnológico é *exógeno*: usando uma comparação comum, a tecnologia é como "maná que cai do céu", no sentido em que surge na economia automaticamente, sem levar em consideração outros acontecimentos que estejam afetando a economia. Em vez de modelar cuidadosamente a origem da tecnologia, reconhecemos, por enquanto, que há progresso tecnológico e supomos que A esteja crescendo a uma taxa constante:

$$\frac{\dot{A}}{A} = g \Leftrightarrow A = A_0 e^{gt},$$

onde g é um parâmetro que representa a taxa de crescimento da tecnologia. Obviamente, essa hipótese é irrealista, e a explicação de como relaxá-la é um dos maiores feitos da "nova" teoria do crescimento que iremos explorar em outros capítulos.

A equação da acumulação de capital no modelo de Solow com tecnologia é a mesma que vimos anteriormente. Reescrevendo-a de maneira um pouco diferente, obtemos

$$\frac{\dot{K}}{K} = s\frac{Y}{K} - d. \tag{2.8}$$

Para ver as implicações para o crescimento do modelo com tecnologia, primeiro reescrevemos a função de produção em termos de produto por trabalhador:

$$y = k^{\alpha} A^{1-\alpha}.$$

Então tiramos os logaritmos e derivamos:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha\frac{\dot{k}}{k} + (1-\alpha)\frac{\dot{A}}{A}. \tag{2.9}$$

[9] As outras possibilidades são $F(AK, L)$, que é conhecida como "aumentadora de capital" ou "Solow-neutra", e $AF(K, L)$, que é conhecida como tecnologia "Hicks-neutra". Dada a forma da função adotada aqui, a Cobb-Douglas, essa distinção é menos importante.

Finalmente, observe que, da equação (2.8), da acumulação de capital, sabemos que a taxa de crescimento de K será constante se, e apenas se, Y/K for constante. Mais ainda, se Y/K for constante, y/k também será constante e, mais importante, y e k estarão crescendo à mesma taxa. Uma situação em que capital, produto, consumo e população crescem a taxas constantes é denominada *trajetória de crescimento equilibrado*. Em parte devido ao seu atrativo empírico, essa é uma situação que freqüentemente desejamos analisar em nossos modelos. Por exemplo, de acordo com o Fato 5 do Capítulo 1, essa situação descreve a economia dos EUA.

Usemos a notação g_x para representar a taxa de crescimento de uma variável x ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado. Então, ao longo dessa trajetória, $g_y = g_k$, de acordo com a argumentação anterior. Substituindo essa relação na equação (2.9) e recordando que $\dot{A}/A = g$, obtemos,

$$g_y = g_k = g. \tag{2.10}$$

Isto é, no modelo de Solow, ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, o produto por trabalhador e o capital por trabalhador crescem, ambos, à taxa do progresso tecnológico exógeno, g. Observe que no modelo da Seção 2.1 não havia progresso tecnológico e, portanto, não havia crescimento de longo prazo no produto por trabalhador ou no capital por trabalhador; $g_y = g_k = g = 0$. O modelo com tecnologia revela que o *progresso tecnológico é a fonte do crescimento* per capita *sustentado*. Neste capítulo, esse resultado é pouco mais do que uma hipótese; em capítulos subseqüentes, voltaremos a esse tema com muito mais detalhes e chegaremos à mesma conclusão.

2.2.1 O gráfico de Solow com tecnologia

A análise do modelo de Solow com progresso tecnológico é muito semelhante àquela apresentada na Seção 2.1: montamos uma equação e a analisamos mediante o gráfico de Solow para encontrar o estado estacionário. A única diferença importante é que a variável k deixa de ser constante no longo prazo, de modo que temos que escrever nossa equação diferencial em termos de outra variável. A nova variável estacionária será $\tilde{k} \equiv K/AL$. Observe que isto é semelhante a k/A e é, obviamente, constante ao longo da trajetória de crescimento equilibrado porque $g_k = g_A = g$. A variável $\tilde{k}$, portanto, representa a razão entre o capital por trabalhador e a tecnologia. Vamos nos referir a isso como razão "capital-tecnologia" (lembrando que o numerador é o capital por trabalhador em lugar do montante total de capital).

Reescrevendo a função de produção em termos de $\tilde{k}$, obtemos

$$\tilde{y} = \tilde{k}^{\alpha}, \tag{2.11}$$

onde $\tilde{y} \equiv Y/AL = y/A$. De acordo com a terminologia anterior, chamaremos $\tilde{y}$ de "razão produto-tecnologia".[10]

Reescrevemos a equação da acumulação de capital em termos de $\tilde{k}$ seguindo exatamente o método aplicado na Seção 2.1. Observe, primeiramente, que

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{A}}{A} - \frac{\dot{L}}{L}.$$

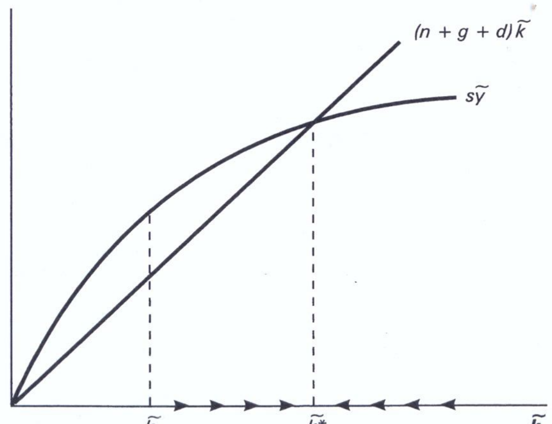
Combinando isso com a equação de acumulação de capital, verificamos que

$$\dot{\tilde{k}} = s\tilde{y} - (n + g + d)\tilde{k}. \tag{2.12}$$

A semelhança entre as equações (2.11) e (2.12) com suas contrapartidas na Seção 2.1 é óbvia.

O gráfico de Solow com progresso tecnológico é apresentado na Figura 2.9. A análise do gráfico é muito semelhante àquela feita quando não havia progresso tecnológico, mas a interpretação é um pouco diferente. Se a economia parte de uma razão capital-tecnologia que está abaixo do necessário ao estado estacionário, digamos um ponto como $\tilde{k}_0$, a razão aumentará gradual-

FIGURA 2.9 GRÁFICO DE SOLOW COM PROGRESSO TECNOLÓGICO.



[10] As variáveis $\tilde{y}$ e $\tilde{k}$ são às vezes chamadas de "produto por unidade efetiva de trabalho" e "capital por unidade efetiva de trabalho". Essas denominações decorrem do fato de que o progresso tecnológico é "aumentador de trabalho. AL é então o montante "efetivo" de trabalho empregado na produção.

mente ao longo do tempo. Por quê? Porque o montante de investimento que está sendo feito é superior ao necessário para manter constante a razão capital-tecnologia. Isto será verdadeiro até que $s\tilde{y} = (n + g + d)\tilde{k}$ no ponto $\tilde{k}^*$, onde a economia entra no estado estacionário e cresce ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado.

2.2.2 A solução para o estado estacionário

No estado estacionário, a razão produto-tecnologia é determinada pela função de produção e pela condição $\dot{\tilde{k}} = 0$. Resolvendo para $\tilde{k}^*$, verificamos que

$$\tilde{k}^* = \left(\frac{s}{n+g+d}\right)^{1/(1-\alpha)}.$$

Substituindo na função de produção obtemos

$$\tilde{y}^* = \left(\frac{s}{n+g+d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)}.$$

Para ver quais são as implicações para o produto por trabalhador, reescreveremos a equação como

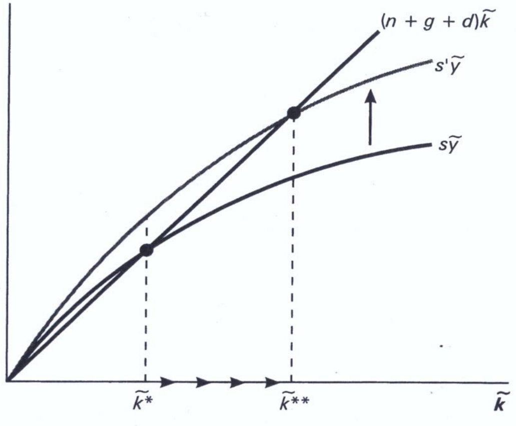
$$y^*(t) = A(t)\left(\frac{s}{n+g+d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)}, \tag{2.13}$$

onde observamos explicitamente que y e A são dependentes do tempo. Da equação (2.13) concluímos que o produto por trabalhador ao longo da trajetória de crescimento equilibrado é determinado pela tecnologia, pela taxa de investimento e pela taxa de crescimento populacional. Para o caso especial de $g = 0$ e $A_0 = 1$ – isto é, em que não há progresso tecnológico –, esse resultado é idêntico àquele obtido na Seção 2.1.

Um resultado interessante aparece na equação (2.13) que será discutida em mais pormenores no Exercício 2, ao fim do capítulo. É que as variações na taxa de investimento ou na taxa de crescimento populacional afetam o nível de produto por trabalhador no longo prazo, mas não afetam a *taxa de crescimento* de longo prazo do produto por trabalhador. Para ver isso mais claramente, vamos recorrer a um exemplo simples.

Imagine uma economia que inicialmente se encontre no estado estacionário com uma taxa de investimento de s e que a aumenta permanentemente para s' (em decorrência, por exemplo, de um subsídio permanente ao investimento). O gráfico de Solow para essa mudança na política econômica é apresentado na Figura 2.10, e os resultados são bastante semelhantes aos do caso em que não há progresso tecnológico. À razão capital-tecnologia inicial, $\tilde{k}^*$, o investimento supera o montante necessário para manter a razão capital-tecnologia constante, de modo que $\tilde{k}$ começa a crescer.

FIGURA 2.10 GRÁFICO DE SOLOW COM PROGRESSO TECNOLÓGICO.



Para visualizar os efeitos sobre o crescimento, reescreva a equação (2.12) como

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s\frac{\tilde{y}}{\tilde{k}} - (n + g + d),$$

e observe que $\tilde{y}/\tilde{k}$ é igual $\tilde{k}^{\alpha-1}$. A Figura 2.11 ilustra a dinâmica da transição implícita na equação. Como mostra o gráfico, o aumento na taxa de investimento para s' aumenta a taxa de crescimento temporariamente enquanto a economia transita para o novo estado estacionário, $\tilde{k}^{**}$. Uma vez que g é constante, o crescimento mais rápido de $\tilde{k}$ ao longo da trajetória de transição implica que o produto por trabalhador aumenta mais velozmente do que a tecnologia: $\dot{y}/y > g$. O comportamento da taxa de crescimento do produto por trabalhador ao longo do tempo aparece na Figura 2.12.

A Figura 2.13 acumula os efeitos sobre o crescimento para mostrar o que acontece ao nível (em logaritmo) do produto por trabalhador ao longo do tempo. Antes da mudança na política econômica, o produto por trabalhador está crescendo à taxa constante g, de modo que o logaritmo do produto por trabalhador aumenta linearmente. No momento da mudança na política, t^*, o produto por trabalhador começa a crescer mais rápido. Esse crescimento mais veloz continua temporariamente até que a razão produto-tecnologia atinja seu novo estado estacionário. Nesse ponto, o crescimento retorna a seu nível de longo prazo, g.

FIGURA 2.11 UM AUMENTO NA TAXA DE INVESTIMENTO: DINÂMICA DA TRANSIÇÃO.

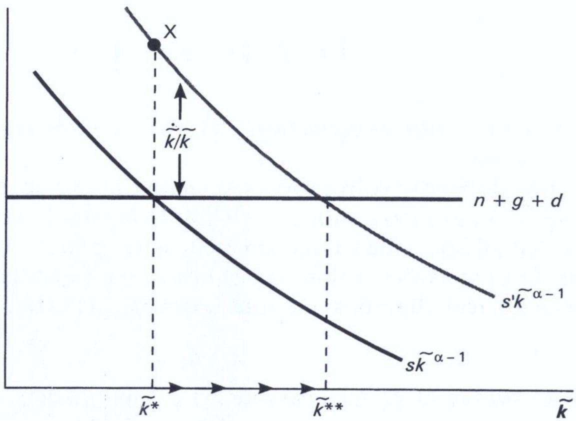
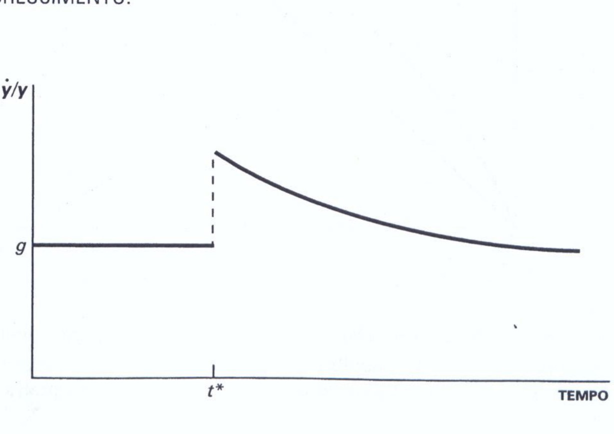
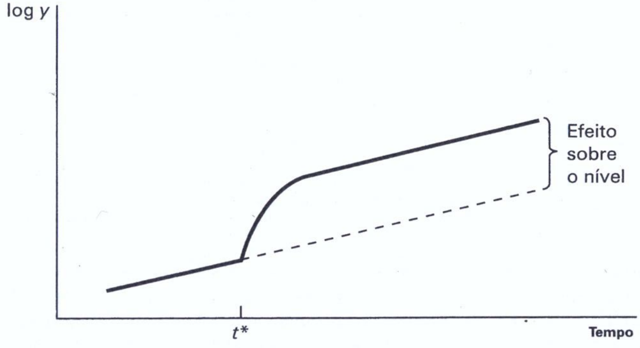


FIGURA 2.12 EFEITO DE UM AUMENTO NA TAXA DE INVESTIMENTO SOBRE O CRESCIMENTO.



Este exercício ilustra dois pontos importantes. Primeiro, no modelo de Solow, as mudanças na política aumentam as taxas de crescimento, mas apenas temporariamente, ao longo da trajetória de transição rumo ao novo estado estacionário. Isto é, as mudanças de política não têm *efeito de crescimento* no longo prazo. Segundo, as mudanças na política podem ter *efeitos sobre o nível*. Isto é, uma mudança de política permanente pode aumentar (ou diminuir) permanentemente o nível do produto *per capita*.

FIGURA 2.13 EFEITO DE UM AUMENTO NA TAXA DE INVESTIMENTO SOBRE *Y*.



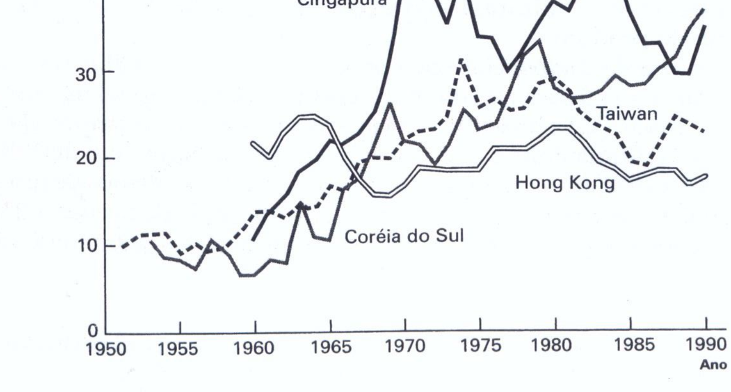
2.3 AVALIAÇÃO DO MODELO DE SOLOW

Como o modelo de Solow responde às questões-chave do crescimento e do desenvolvimento? Primeiro, o modelo de Solow recorre às diferenças nas taxas de investimento e nas taxas de crescimento populacional e (talvez) das diferenças exógenas na tecnologia para explicar diferenças nas rendas *per capita*. Por que somos tão ricos e eles tão pobres? De acordo com o modelo de Solow, é porque investimos mais e temos menores taxas de crescimento populacional, o que nos permite acumular mais capital por trabalhador e, assim, aumentar a produtividade da mão-de-obra. No próximo capítulo, trataremos dessa hipótese com mais atenção e veremos se ela é firmemente respaldada por dados de vários países de todo o mundo.

Segundo, por que as economias registram, no modelo de Solow, crescimento sustentado? A resposta está no progresso tecnológico. Como vimos anteriormente, sem progresso tecnológico o crescimento *per capita* acabará na medida em que começarem a manifestar-se os retornos decrescentes ao capital. Contudo, o progresso tecnológico pode compensar a tendência declinante do produto marginal do capital e, no longo prazo, os países crescem à taxa do progresso tecnológico.

Como, então, o modelo de Solow explica as diferenças nas taxas de crescimento entre países? À primeira vista, pode parecer que o modelo de Solow não consegue explicá-las, exceto recorrendo a diferenças (não-modeladas) de progresso tecnológico. Todavia, é possível encontrar uma explicação mais sutil recorrendo à dinâmica da transição. Vimos vários exemplos de como a dinâmica da transição pode permitir aos países crescerem a taxas diferentes daquelas de longo prazo. Por exemplo, uma economia com uma razão capital-tecnologia inferior ao nível de longo prazo crescerá rapidamente até alcançar o nível de seu estado estacionário. Isso pode ajudar a explicar por que países como Japão e Alemanha, que viram seus estoques de capital serem destruídos pela Segunda Guerra Mundial, cresceram mais rapidamente que os Estados Unidos nos últimos cinqüenta anos. Ou poderia explicar por que uma economia que aumenta sua taxa de investimento crescerá rapidamente enquanto faz a transição para uma razão produto-tecnologia mais elevada. Essa explicação pode funcionar bem para países como Coréia do Sul, Cingapura e Taiwan. Suas taxas de investimento aumentaram significativamente a partir de 1950, como mostra a Figura 2.14. Contudo, a explicação pode não funcionar tão bem para uma economia como a de Hong Kong. Esse tipo de raciocínio levanta uma questão interessante: os países podem crescer permanentemente a taxas diferentes? Esta questão será vista em mais profundidade em outros capítulos.

FIGURA 2.14 TAXAS DE INVESTIMENTO DE ALGUNS DOS PAÍSES DE INDUSTRIALIZAÇÃO RECENTE.



2.4 DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO E REDUÇÃO DA PRODUTIVIDADE

Vimos no modelo de Solow que o crescimento sustentado ocorre apenas na presença do progresso tecnológico. Sem isso, a acumulação de capital entra na fase dos rendimentos decrescentes. Contudo, com o progresso tecnológico, as melhoras na tecnologia compensam continuamente os efeitos dos retornos decrescentes sobre a acumulação de capital. Em conseqüência, a produtividade do trabalho aumenta tanto diretamente, devido às melhorias tecnológicas, quanto indiretamente, devido à acumulação de capital adicional que essas melhorias tornam possível.

Em 1957, Solow publicou outro artigo, "Technical Change and the Aggregate Production Function", no qual apresenta um simples exercício de decomposição do crescimento do produto em aumento do capital, aumento da mão-de-obra e aumento da mudança tecnológica. Essa "decomposição do crescimento" se inicia postulando uma função de produção como

$$Y = BK^{\alpha}L^{1-\alpha},$$

onde B é um termo de produtividade Hicks-neutro.[11] Tirando os logaritmos e derivando essa função de produção, obtém-se a fórmula-chave da decomposição do crescimento:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \alpha\frac{\dot{K}}{K} + (1-\alpha)\frac{\dot{L}}{L} + \frac{\dot{B}}{B}. \tag{2.14}$$

Esta equação diz que o crescimento do produto é igual a uma média ponderada do crescimento do capital e do trabalho mais a taxa de crescimento de B. Esse termo final, $\dot{B}/B$, é conhecido como *crescimento da produtividade total dos fatores* ou *crescimento da produtividade multifatorial*. Solow, bem como economistas como Edward Denison e Dale Jorgenson, que seguiram a abordagem de Solow, utilizaram essa equação para entender as causas do crescimento do produto.

Utilizando dados relativos a produto, capital e trabalho e escolhendo um valor de $\alpha = 1/3$ para representar a participação do capital na renda dos fatores, o Quadro 2.1 apresenta um cálculo simples de decomposição do crescimento. A última linha do quadro revela que o crescimento do PIB nos EUA, de 1960 a 1990, foi, em média, de 3,1% ao ano. Pouco menos de um ponto percentual desse crescimento foi devido à acumulação de capital, 1,2% decorreu da expansão da força de trabalho e o restante 1,1% permanece inexplicado

[11] Na verdade, essa decomposição do crescimento pode ser feita com uma função de produção muito mais geral como $B(t)F(K,L)$, e os resultados serão parecidos.

pelo crescimento dos insumos da função de produção. Dada a maneira como o cálculo é feito, os economistas denominam esse 1,1% de "resíduo" ou mesmo de "medida da nossa ignorância". Uma interpretação desse termo do crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) é que ele representa a mudança tecnológica; observe que, em termos da função de produção da equação (2.7), $B = A^{1-\alpha}$. Essa interpretação será aprofundada em capítulos posteriores.

QUADRO 2.1 DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO DOS ESTADOS UNIDOS

		Contribuições à taxa de crescimento do			
	Taxa de crescimento do PIB	Capital	Trabalho	PTF	Taxa de crescimento do PIB por trabalhador
1960–70	4,0	0,8	1,2	1,9	2,2
1970–80	2,7	0,9	1,5	0,2	0,4
1980–90	2,6	0,8	0,7	1,0	1,5
1960–90	3,1	0,9	1,2	1,1	1,4

Fonte: Penn World Tables Mark 5.6 atualizada por Summers e Heston (1991) e cálculos do autor.
Nota: O quadro registra a taxa de crescimento médio anual do PIB e as contribuições dadas pela produtividade do capital, do trabalho e do total de fatores, de acordo com a equação (2.14). Usou-se nos cálculos o valor de $\alpha = 1/3$. A última coluna apresenta, para fins de comparação, a taxa de crescimento do PIB por trabalhador.

O Quadro 2.1 também mostra como o crescimento do PIB e de seus componentes mudou ao longo do tempo nos EUA. Um dos importantes fatos consagrados que o quadro apresenta é que a diminuição do ritmo de crescimento da produtividade ocorreu nos anos 1970. A última coluna mostra que o crescimento no PIB por trabalhador (ou produtividade da mão-de-obra) sofreu uma redução drástica nos anos 1970 – para 0,4% ao ano, após o rápido crescimento de 2,2% ao ano na década de 1960. Durante os anos 1980 verificou-se uma recuperação parcial para 1,5%. Qual foi a origem dessa redução do crescimento? O crescimento do estoque de capital foi relativamente constante nos trinta anos considerados, aumentando até um pouco nos anos 1970. A força de trabalho cresceu ligeiramente mais rápido na década de 1970, tendendo a reduzir o PIB por trabalhador, mas o principal culpado da redução no ritmo de crescimento da produtividade foi um substancial declínio na taxa de crescimento da PTF. Por alguma razão, o "resíduo" foi muito menor nos anos 1970 do que nos anos 1960 e não voltou para o patamar anterior nos anos 1980: o grosso da redução no ritmo de crescimento da produtividade pode ser atribuído à "medida da nossa ignorância". Redução semelhante no crescimento da produtividade ocorreu nos demais países avançados mais ou menos no mesmo período.

Várias explicações foram dadas para a redução no ritmo de crescimento da produtividade. Por exemplo, o substancial aumento nos preços da energia em 1973 e 1979. Um problema dessa explicação é que, em termos reais, os preços da energia eram inferiores, em fins dos anos 1980, ao que tinham sido antes dos choques do petróleo. Outra explicação pode envolver a mudança na composição da força de trabalho ou o deslocamento setorial na economia da indústria de transformação (onde a produtividade da mão-de-obra tende a ser mais alta) para os serviços (onde a produtividade da mão-de-obra é freqüentemente baixa). Essa explicação é apoiada por evidências recentes de que nos anos 1980 o crescimento da produtividade ocorreu na indústria de transformação. É possível que uma redução no ritmo das despesas com pesquisa e desenvolvimento (P&D) em fins dos anos 1970 tenha também contribuído para a menor produtividade. Ou talvez o que deva ser explicado não são os anos 1970 e 1980, mas os anos 1950 e 1960: nesse período o crescimento pode ter sido artificial e temporariamente alto nos anos que se seguiram à Segunda Guerra Mundial, porque o setor privado passou a empregar tecnologias criadas para a guerra. Finalmente, e talvez com alguma ironia, vários economistas apontam para a revolução da tecnologia da informação associada ao uso difundido dos computadores. De acordo com essa hipótese, o crescimento se tornou temporariamente mais lento enquanto a economia se adaptava aos métodos de produção de alta tecnologia e um *boom* de produtividade aponta no horizonte.[12] Contudo, o cuidadoso estudo da redução no ritmo de crescimento da produtividade não conseguiu apresentar uma explicação exata.[13]

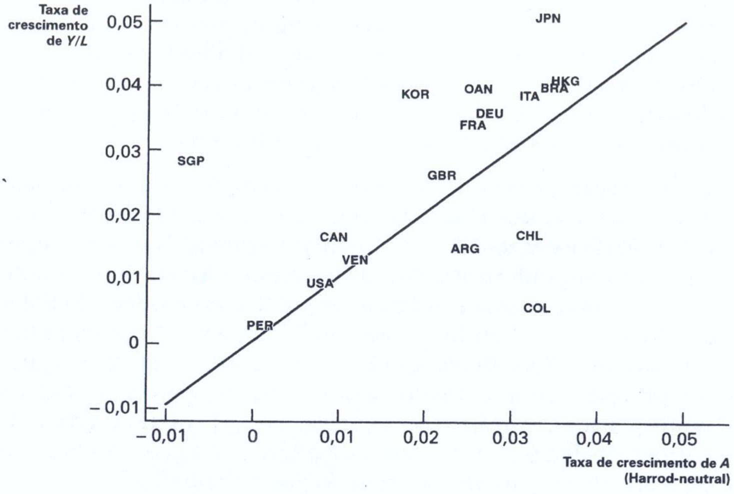
A decomposição do crescimento também foi empregada para analisar o crescimento econômico em outros países. Uma das aplicações mais interessantes é o estudo dos países de industrialização recente, Coréia do Sul, Hong Kong, Cingapura e Taiwan. No Capítulo 1 vimos que as taxas de crescimento médio anual de tais países foram superiores a 5% no período de 1960 a 1990. Alwyn Young (1995) mostra que grande parte desse crescimento é o resultado da acumulação de fatores: aumentos no investimento de capital físico e de escolaridade, aumentos na participação da força de trabalho, e a transição da agricultura para a indústria. A Figura 2.15 corrobora os resultados de Young. O eixo vertical mede o crescimento do produto por trabalhador, e o eixo horizontal, o crescimento da produtividade total de fatores Harrod-neutra (isto é, aumentadora de trabalho). Ou seja, em vez de focalizar o crescimento de B, onde $B = A^{1-\alpha}$, focalizamos o crescimento de A. Essa mudança nas variáveis é às vezes conveniente porque ao longo da trajetória de crescimento equilibrado do estado estacionário $g_y = g_A$. Os países que crescem ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado, então, deveriam se situar na linha de 45 graus, no gráfico.

---

[12] Ver Paul David (1990) e Jeremy Greenwood e Mehmet Yorukoglu (1997).

[13] O *Journal of Economic Perspectives* do outono de 1988 publica diversos artigos que discutem explicações potenciais para essa diminuição no ritmo de crescimento da produtividade.

FIGURA 2.15 DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO.



Fonte: Cálculos do autor a partir dos dados apresentados no Quadro 10.8 de Barro e Sala-i-Martin (1995).
Nota: Os períodos para os quais foram calculadas as taxas de crescimento variam segundo os países: 1960-90 para os países da OCDE, 1940-80 para os da América Latina e 1966-90 para os do Leste Asiático.

Duas características da Figura 2.15 se destacam. Primeiro, embora as taxas de crescimento do produto por trabalhador no Leste Asiático sejam de fato notáveis, as taxas de crescimento da PTF não são tão significativas. Vários outros países como Itália, Brasil e Chile também registraram um crescimento rápido da PTF. O crescimento da produtividade total de fatores, embora em geral mais elevado do que o dos EUA, não foi excepcional nos países do Leste Asiático. Segundo, os países do Leste Asiático se encontram bem acima da linha de 45 graus. Isso indica que o crescimento do produto por trabalhador é bem maior do que o crescimento da PTF sugeriria. Cingapura é um caso extremo, com um crescimento ligeiramente *negativo* da PTF. O rápido crescimento do produto por trabalhador pode ser inteiramente atribuído ao crescimento do capital e da escolaridade. De modo mais geral, uma fonte crucial para o rápido crescimento desses países é a sua acumulação de fatores. Portanto, conclui Young, o modelo de Solow (e sua extensão, no Capítulo 3) pode explicar boa parte do rápido crescimento das economias do Leste Asiático.

EXERCÍCIOS

1. *Um aumento na força de trabalho*. Choques na economia, como guerras, fomes, ou a unificação de duas economias, provocam às vezes um grande movimento, em um único período, de trabalhadores cruzando fronteiras. Quais os efeitos de curto e de longo prazos de um aumento permanente do estoque de mão-de-obra ocorrido em um único período? Analise no contexto do modelo de Solow com $g = 0$ e $n > 0$.

2. *Uma redução na taxa de investimento*. Imagine que o congresso dos EUA aprove uma lei que desestimule a poupança e o investimento, como a eliminação da isenção tributária para investimentos ocorrida em 1990. Como resultado, suponha que a taxa de investimento caia permanentemente de s' para s''. Analise essa mudança de política no modelo de Solow com progresso técnico, supondo que a economia se encontre inicialmente no estado estacionário. Represente graficamente a evolução do (logaritmo natural do) produto por trabalhador ao longo do tempo, com e sem a mudança na política. Faça um gráfico semelhante para a taxa de crescimento do produto por trabalhador. A mudança da política reduz permanentemente o *nível* ou a *taxa de crescimento* do produto por trabalhador?

3. *Imposto de renda*. Imagine que o Congresso dos EUA decida lançar um imposto de renda sobre a renda do trabalho e do capital. Em vez de receber $wL + rK = Y$, os consumidores receberão $(1-\tau)wL + (1-\tau)rK = (1-\tau)Y$. Partindo do estado estacionário, mostre as conseqüências desse imposto para o produto por trabalhador no curto e no longo prazos.

4. *O maná cai mais rápido*. Suponha que haja um aumento permanente na taxa de progresso tecnológico de modo que g suba para g'. Represente graficamente a taxa de crescimento do produto por trabalhador ao longo do tempo. Assegure-se de dar atenção especial à dinâmica da transição.

5. *Podemos poupar demais*? O consumo é igual ao produto menos o investimento: $c = (1-s)y$. No contexto do modelo de Solow sem progresso tecnológico, qual é a taxa de poupança que maximiza o consumo por trabalhador no estado estacionário? Mostre esse ponto em um gráfico de Solow. Certifique-se de traçar, no gráfico, a função de produção e de mostrar o consumo e a poupança e uma linha indicativa do produto marginal do capital por trabalhador. Podemos poupar demais?

6. *Solow (1956)* versus *Solow (1957)*. No modelo de Solow, com $g = 0$, considere uma melhoria ocorrida em um único período no nível de tecnologia, A. Especificamente, suponha que o log A aumente de uma unidade. (Observe que isso significa que o nível tecnológico quase dobra: para sermos exatos, aumentou de um fator 2,7, que é o valor aproximado de e.)

(a) A partir da equação (2.13), de quanto aumentará o produto por trabalhador no longo prazo?

(b) A partir da equação (2.14), decomponha o crescimento apresentado neste exercício. Quanto do aumento no produto por trabalhador decorre de uma mudança no capital por trabalhador e quanto é devido à mudança na produtividade total dos fatores?

(c) Em que sentido o resultado da decomposição do crescimento feita no item (b) cria um quadro enganador desse experimento?

3 APLICAÇÕES EMPÍRICAS DOS MODELOS DE CRESCIMENTO NEOCLÁSSICOS

Este capítulo trata de várias aplicações do modelo de Solow e seus descendentes, que agruparemos sob a rubrica "modelos neoclássicos de crescimento". Na primeira seção do capítulo, desenvolveremos um dos principais descendentes do modelo de Solow, uma extensão que incorpora o capital humano. Em seguida examinaremos o "ajustamento" do modelo. Até que ponto o modelo neoclássico de crescimento explica por que alguns países são ricos e outros pobres? Na segunda seção do capítulo, veremos as previsões do modelo em relação às taxas de crescimento e trataremos da presença, ou da falta, de "convergência" nos dados. Finalmente, a terceira seção do capítulo funde a discussão dos níveis de renda em diferentes países com a literatura da convergência e apresenta a evolução futura da distribuição de renda no mundo.

3.1 O MODELO DE SOLOW COM CAPITAL HUMANO

Em 1992, é publicado "a Contribution to the Empirics of Economic Growth", um importante artigo de Gregory Mankiw, David Romer e David Weil que avalia as implicações empíricas do modelo de Solow e conclui que ele apresenta um bom desempenho. Observaram, então, que o "ajustamento" do modelo poderia ser melhorado ao incluir o capital humano – isto é, ao reconhecer que a mão-de-obra de diferentes economias tem diferentes níveis de instrução e qualificação. Ampliar o modelo de Solow para incluir o capital humano ou o trabalho qualificado é bastante simples, como veremos a seguir.[1]

[1] O desenvolvimento apresentado aqui difere daquele de Mankiw, Romer e Weil (1992) em um

Imagine que o produto, Y, de uma economia é obtido por uma combinação de capital físico, K, e de trabalho qualificado, H, de acordo com uma função Cobb-Douglas com retornos constantes

$$Y = K^{\alpha}(AH)^{1-\alpha}, \tag{3.1}$$

onde A representa a tecnologia aumentadora de trabalho que cresce a uma taxa exógena, g.

As pessoas, nessa economia, acumulam capital humano dedicando tempo ao aprendizado de novas habilidades em vez de trabalhar. Denotemos como u a fração de tempo que as pessoas dedicam ao aprendizado de habilidades, e como L a quantidade de trabalho (em geral) usado na produção.[2] Vamos supor que a mão-de-obra não-qualificada que está aprendendo habilidades durante o tempo u gera o trabalho qualificado H de acordo com

$$H = e^{\psi u}L, \tag{3.2}$$

onde ψ é uma constante positiva que apresentaremos em breve. Observe que se $u = 0$, então $H = L$ – isto é, toda a mão-de-obra é não-qualificada. Com o aumento de u, uma unidade de trabalho não-qualificado aumenta as unidades efetivas de força de trabalho qualificada H. Para observar a magnitude desse aumento, tire o logaritmo e derive a equação (3.2) para ver que

$$\frac{d \log H}{du} = \psi. \tag{3.3}$$

Esta equação implica que um pequeno aumento de u aumenta H de ψ% (ou, mais corretamente, ψ □ 100). O fato de que os efeitos são proporcionais decorre da presença, algo estranha, do e exponencial na equação. Essa formulação procura levar em conta parte substancial da literatura relativa à economia do trabalho que considera que cada ano adicional de escolaridade aumenta os salários ganhos por uma pessoa em algo em torno de 10%.[3]

O capital físico é acumulado investindo-se parte do produto em vez de consumi-lo, como no Capítulo 2:

---

aspecto importante. Os três autores consideram que uma economia acumula capital humano tal como acumula capital físico: abrindo mão do consumo. Aqui, seguiremos Lucas (1988) na suposição de que as pessoas gastam tempo acumulando qualificações, como quando os estudantes freqüentam a escola. Veja o Exercício 5, no final do capítulo.

[2] Observe que, se P representa a população total da economia, então o total do insumo trabalho na economia será dado por $L \equiv (1 - u)P$.

[3] Bils e Klenow (1996) aplicam essa formulação no contexto do crescimento econômico.

$$\dot{K} = s_K Y - dK, \tag{3.4}$$

onde s_k é a taxa de investimento em capital físico e d é a taxa constante de depreciação.

Resolvemos esse modelo usando as mesmas técnicas empregadas no Capítulo 2. Primeiro, representamos as variáveis divididas pelo estoque de trabalho não-qualificado, L, por letras minúsculas e reescrevemos a função de produção em termos de produto por trabalhador,

$$y = k^{\alpha}(Ah)^{1-\alpha}. \tag{3.5}$$

Observe que $h = e^{\psi u}$. Como os agentes decidem quanto tempo dedicar à aquisição de qualificações em vez de trabalhar? Da mesma forma que supomos que as pessoas poupam e investem uma fração constante de sua renda, imaginaremos que u é uma constante dada exogenamente.[4]

O fato de que h seja constante significa que a função de produção na equação (3.5) é muito semelhante àquela empregada no Capítulo 2. Em especial, ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado, y e k crescerão a uma taxa constante, g, a taxa de progresso tecnológico.

Como no Capítulo 2, o modelo é resolvido considerando-se as "variáveis estacionárias" que são constantes ao longo da trajetória de crescimento equilibrado. Recorde que as variáveis estacionárias são termos como y/A. Aqui, uma vez que h é constante, podemos definir as variáveis estacionárias dividindo por Ah. Representando as variáveis estacionárias pelo til, a equação (3.5) implica que

$$\tilde{y} = \tilde{k}^{\alpha}, \tag{3.6}$$

que, em essência, é o mesmo que a equação (2.11).

Seguindo o raciocínio do Capítulo 2, a equação da acumulação de capital pode ser escrita em termos de variáveis estacionárias como

$$\dot{\tilde{k}} = s_K \tilde{y} - (n + g + d)\tilde{k}. \tag{3.7}$$

Observe que, em termos de variáveis estacionárias, esse modelo é idêntico ao que já resolvemos no Capítulo 2. Isto é, as equações (3.6) e (3.7) são idênticas às equações (2.11) e (2.12). Isto significa que todos os resultados apresentados no Capítulo 2 em relação à dinâmica do modelo de Solow se aplicam aqui. Acrescentar o capital humano como fizemos aqui não muda a estrutura básica do modelo.

---

[4] Voltaremos ao tema no Capítulo 7.

Os valores de $\tilde{k}$ e $\tilde{y}$ no estado estacionário são encontrados fazendo-se $\dot{\tilde{k}} = 0$, o que resulta em

$$\frac{\tilde{k}}{\tilde{y}} = \frac{s_K}{n+g+d}.$$

Substituindo essa condição na função de produção na equação (3.6), encontramos o valor da razão produto-tecnologia, $\tilde{y}$, no estado estacionário:

$$\tilde{y}^* = \left(\frac{s_K}{n+g+d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)}.$$

Reescrevendo isto em termos de produto por trabalhador, obtemos

$$y^*(t) = \left(\frac{s_K}{n+g+d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)} hA(t), \tag{3.8}$$

onde incluímos explicitamente t para lembrar quais variáveis estão crescendo ao longo do tempo.

Essa última equação resume a explicação oferecida pelo modelo de Solow ampliado para as razões pelas quais alguns países são ricos e outros pobres. Alguns países são ricos porque têm altas taxas de investimento em capital físico, despendem uma parcela considerável de tempo acumulando habilidades ($h = e^{\psi u}$), baixas taxas de crescimento populacional e altos níveis de tecnologia. Mais ainda, no estado estacionário, o produto *per capita* cresce à taxa do progresso tecnológico, g, tal como no modelo de Solow original.

Como é que esse modelo funciona empiricamente em termos de explicação das razões da riqueza e da pobreza dos países? Como as rendas estão crescendo ao longo do tempo, é útil analisar o modelo em termos de rendas *relativas*. Se definirmos a renda *per capita* em relação aos Estados Unidos como sendo

$$\hat{y}^* = \frac{y^*}{y^*_{US}},$$

então, partindo da equação (3.8), as rendas relativas são dadas por

$$\hat{y}^* = \left(\frac{\hat{s}_K}{\hat{x}}\right)^{\alpha/(1-\alpha)} \hat{h}\hat{A}, \tag{3.9}$$

onde o "chapéu" (^) é usado para denotar a variável em relação ao seu valor para os EUA e $x \equiv n + g + d$. Observe contudo que, a menos que todos os países estejam crescendo à mesma taxa, nem mesmo as rendas relativas serão constantes. Isto é, se o Reino Unido e os EUA estiverem crescendo a taxas diferentes, então y_{UK}/y_{US} não será constante.

Para que as rendas relativas sejam constantes no estado estacionário, precisamos adotar a hipótese de que g seja o mesmo em todos os países – isto é, que a taxa de progresso tecnológico de todos os países seja idêntica. À primeira vista, isso parece contradizer um dos fatos estilizados fundamentais do Capítulo 1: o de que as taxas de crescimento variam substancialmente entre um país e outro. Trataremos da tecnologia bem mais pormenorizadamente nos próximos capítulos; por enquanto, observe que, se g varia entre os países, então o "hiato de renda" entre países acabará por se tornar infinito. Isso não parece plausível se o crescimento é movido puramente pela tecnologia. As tecnologias podem fluir através das fronteiras tecnológicas por meio do comércio internacional, ou de publicações científicas ou da imigração de cientistas e engenheiros. Poderia ser mais plausível imaginar que a transferência de tecnologia impedirá que até os países mais pobres fiquem muito para trás, e uma maneira de interpretar essa afirmação é que as taxas de crescimento da tecnologia, g, são as mesmas nos diferentes países. Formalizaremos esse argumento no Capítulo 6. Entretanto, observe que de modo algum estamos postulando que os níveis tecnológicos são os mesmos; de fato, as diferenças na tecnologia provavelmente explicam em boa parte por que alguns países são mais ricos do que outros.

Todavia, ficamos imaginando por que os países cresceram a taxas tão diferentes nos últimos trinta anos se têm a mesma taxa de crescimento tecnológico. Poderia parecer que o modelo de Solow não pode responder a essa indagação, mas, na verdade, ele oferece uma boa resposta que será vista na próxima seção. Primeiro, contudo, voltemos à pergunta básica quanto ao ajustamento do modelo de Solow aos dados.

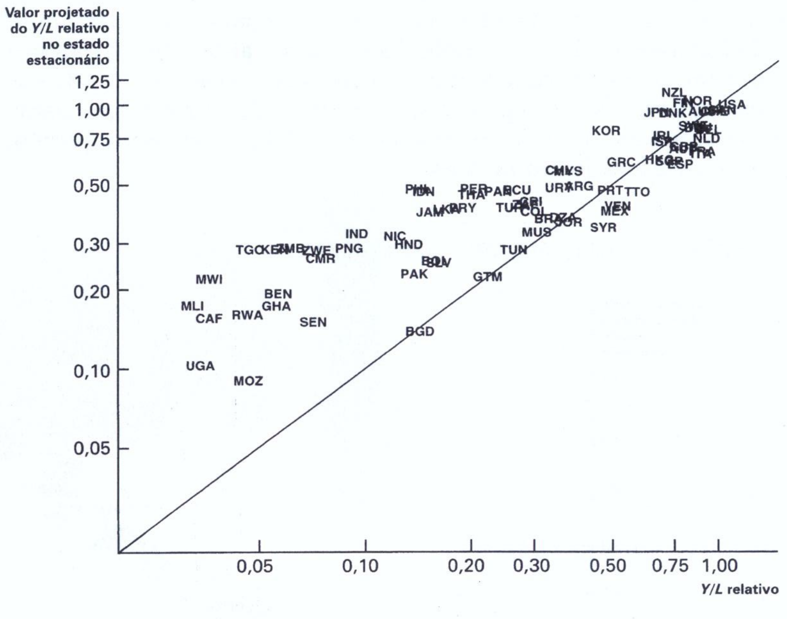
Obtendo estimativas das variáveis e parâmetros da equação (3.9) podemos examinar o "ajustamento" do modelo neoclássico de crescimento: em termos empíricos, como o modelo explica por que alguns países são ricos e outros pobres?

A Figura 3.1 compara os níveis vigentes de PIB por trabalhador em 1990 com os níveis projetados pela equação (3.9). Para o cálculo da equação, consideramos que a participação do capital físico é de $\alpha = 1/3$. Esta escolha se ajusta bem à observação de que a parcela do PIB correspondente à remuneração do capital é de cerca de $1/3$. Consideramos u como sendo a média da escolaridade da força de trabalho (em anos) e supomos que $\psi = 0{,}10$. Este valor implica que cada ano de escolaridade representa um aumento de 10% no salário do trabalhador, um número bastante coerente com as evidências internacionais em relação aos retornos à escolaridade.[5] Além disso, supomos que $g + d =$

[5] Ver Jones (1996) para maiores detalhes. Observe que a representação de u como anos de escolaridade significa que seu valor não mais se situa entre zero e um. Esse problema pode ser tratado dividindo-se os anos de escolaridade pela duração de vida potencial, o que simplesmente transforma o valor de ψ proporcionalmente e é, portanto, ignorado.

0,075 para todos os países; voltaremos, em capítulos seguintes, à hipótese de que g é igual em todos os países e não se encontram dados confiáveis para d nos diferentes países. Finalmente, supomos que o nível tecnológico, A, é o mesmo entre os países. Ou seja, nos impomos uma séria limitação ao ver como o modelo funciona sem introduzir diferenças na tecnologia. Em breve abandonaremos essa hipótese. Os dados usados nesse exercício estão listados no Apêndice B deste livro.

FIGURA 3.1 "AJUSTAMENTO" DO MODELO NEOCLÁSSICO DE CRESCIMENTO, 1990.



Nota: Os eixos apresentam escala logarítmica.

Ainda que sem levar em conta as diferenças de tecnologia, o modelo neoclássico consegue descrever a distribuição de renda *per capita* entre os países bastante bem. Países como Estados Unidos e Nova Zelândia são bastante ricos, como prevê o modelo. A principal falha do modelo – isto é, a ignorância das diferenças na tecnologia – pode ser vista nos afastamentos da linha de 45 graus na Figura 3.1: o modelo prevê que os países mais pobres deveriam ser mais ricos do que são.

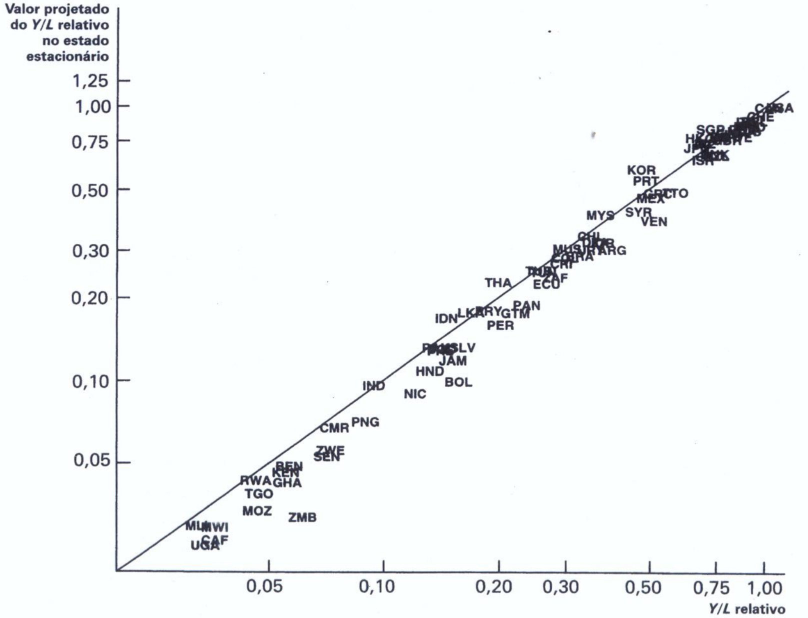
Como podemos incorporar os níveis de tecnologia vigentes ao cálculo? Um método simples usa a função de produção para calcular o nível de

A para cada economia. Por exemplo, resolvendo a equação (3.5) para A obtemos

$$A = \left(\frac{y}{k}\right)^{\alpha/1-\alpha} \frac{y}{h}.$$

Com os dados de PIB por trabalhador, capital por trabalhador e escolaridade, de cada país, podemos usar essa equação para estimar os níveis de A. Incorporando esses níveis tecnológicos (calculados para o ano de 1990) à equação (3.9), melhoramos consideravelmente o ajustamento do modelo neoclássico, como mostra a Figura 3.2: agora os países se situam muito próximos da linha de 45 graus. A implicação é clara. Países como Uganda e Moçambique são pobres porque têm baixas taxas de investimento e de escolaridade e baixos níveis tecnológicos. Países como os da Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento (OCDE) são ricos porque têm altos valores para esses determinantes.

FIGURA 3.2 "AJUSTAMENTO" INCORPORANDO DIFERENÇAS DE TECNOLOGIA, 1990.



Nota: Os eixos apresentam escala logarítmica.

O Quadro 3.1 oferece uma visão mais pormenorizada dos dados e das evidências. As duas primeiras colunas do quadro registram os valores corrente e projetado do PIB por trabalhador em relação aos EUA. Confirmando os resultados apresentados na Figura 3.2, o modelo prevê, de forma ampla, quais países serão ricos e quais serão pobres. Em especial, o modelo faz uma boa distinção entre países como Estados Unidos, Alemanha e França e países como Índia e Uganda.

Uma observação mais atenta das estimativas de A apresentada no Quadro 3.1 revela algo interessante: embora os níveis de A estejam altamente correlacionados com os níveis de renda, a correlação não é perfeita. Notadamente, países como França e Hong Kong têm estimativas muito altas de A. Esta observação nos leva a uma afirmação importante: estimativas de A calculadas dessa maneira são como os resíduos da decomposição do crescimento: incorporam *quaisquer* diferenças na produção não explicadas pelos insumos. Por exemplo, não temos controle sobre as diferenças de qualidade dos sistemas educacionais dos diferentes países, de modo que essas diferenças estarão incluídas em A. Nesse sentido, pareceria mais adequado referir-se a essas estimativas como a níveis de produtividade total dos fatores do que como níveis tecnológicos.[6]

QUADRO 3.1 DADOS E PROJEÇÕES DO MODELO NEOCLÁSSICO

	y/y_{EUA}					
	Dados correntes 1990	Valor projetado de EE	s_K	u	n	$\hat{A}_{90}$
EUA	1,00	1,00	0,210	11,8	0,009	1,00
Alemanha Ocidental	0,80	0,83	0,245	8,5	0,003	1,02
Japão	0,61	0,71	0,338	8,5	0,006	0,76
França	0,82	0,85	0,252	6,5	0,005	1,28
Reino Unido	0,73	0,76	0,171	8,7	0,002	1,10
Argentina	0,36	0,30	0,146	6,7	0,014	0,61
Índia	0,09	0,10	0,144	3,0	0,021	0,30
Zimbabwe	0,07	0,06	0,131	2,6	0,034	0,20
Uganda	0,03	0,02	0,018	1,9	0,024	0,25
Hong Kong	0,62	0,77	0,195	7,5	0,012	1,25
Taiwan	0,50	0,64	0,237	7,0	0,013	0,99
Coréia do Sul	0,43	0,59	0,299	7,8	0,012	0,74

Fonte: Penn World Tables Mark 5.6, uma atualização de Summers e Heston (1991) e cálculos do autor.
Nota: As taxas de investimento e de crescimento populacional representam médias para o período 1980-90. u denota o número médio de anos de escolaridade da força de trabalho em 1985. $\hat{A}_{90}$ é a estimativa da razão A/A_{EUA} em 1990. A segunda coluna registra as projeções para os dados de renda relativa no estado estacionário feitas a partir dos dados acima, como mencionamos no texto.

[6] Ver Hall e Jones (1996), que estudam mais atentamente essas diferenças.

O modelo de Solow é muito bem-sucedido no que se refere a facilitar nosso entendimento em relação à ampla variação na riqueza das nações. Países que investem uma grande parcela de seus recursos em capital físico e na acumulação de qualificações são ricos. Países que usam esses insumos de modo produtivo são ricos. Os países que falham em algum desses pontos sofrem a correspondente redução na renda. Obviamente, uma coisa que o modelo de Solow não faz é ajudar-nos a entender *por que* alguns países investem mais do que outros e *por que* alguns países atingem níveis de tecnologia ou de produtividade mais elevados. O tratamento dessas questões é o objetivo do Capítulo 7. Como uma prévia, as respostas estão estreitamente ligadas às políticas e instituições do governo.

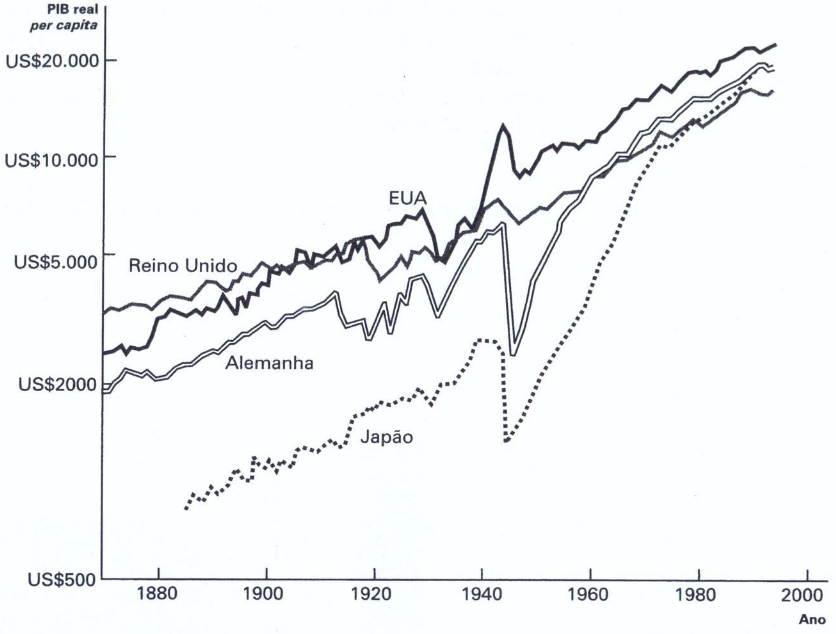
3.2 CONVERGÊNCIA E EXPLICAÇÃO DAS DIFERENÇAS NAS TAXAS DE CRESCIMENTO

Já tratamos atentamente da capacidade do modelo neoclássico de explicar diferenças nos níveis de renda entre economias, mas qual o seu desempenho na explicação das diferenças nas taxas de crescimento? Uma hipótese aventada por historiadores econômicos com Aleksander Gerschenkron (1952) e Moses Abramovitz (1986) é que, pelo menos em certas circunstâncias, os países "atrasados" tendem a crescer mais rápido que os países ricos, a fim de fechar o hiato entre os dois grupos. Esse fenômeno de superação é denominado *convergência*. Por razões óbvias, as questões relativas à convergência têm estado no centro de muitos dos trabalhos empíricos sobre o crescimento. Documentamos no Capítulo 1 as enormes diferenças de nível de renda *per capita* entre países: a pessoa típica nos Estados Unidos gasta em dez dias o equivalente à renda anual de uma pessoa típica da Etiópia. A questão da convergência procura descobrir se essas enormes diferenças ficam menores com o tempo.

Uma das razões importantes para a convergência seria a transferência de tecnologia, mas o modelo neoclássico de crescimento apresenta outra explicação para o fenômeno que vamos analisar nesta seção. Primeiro, contudo, vejamos a evidência histórica sobre a convergência.

William Baumol (1986), atento às análises dos historiadores econômicos, foi um dos primeiros economistas a apresentar evidências estatísticas documentando a convergência entre alguns países e a falta de convergência entre outros. A primeira evidência apresentada por Baumol é ilustrada na Figura 3.3, que representa graficamente o PIB *per capita* (em escala logarítmica) para várias economias industrializadas no período de 1870 a 1994. O estreitamento do hiato entre países é evidente na figura. É interessante mencionar que, em 1870, o "líder" em termos de PIB *per capita* era a Austrália (não aparece na figura). O Reino Unido tinha o segundo PIB *per capita* mais elevado e era reconhecido como o centro industrial do mundo ocidental. Em fins do século, os Estados Unidos já tinham ultrapassado a Austrália e o Reino Unido e permaneceram "líderes" desde então.

FIGURA 3.3 PIB *PER CAPITA*, 1870-1994.



A Figura 3.4 revela a capacidade da hipótese da convergência de explicar por que alguns países cresceram rápido e outros de maneira mais lenta ao longo do último século. O gráfico plota o PIB *per capita* inicial de um país (em 1885) e a taxa de crescimento do país entre 1885 e 1994. A figura revela uma forte relação negativa entre as duas variáveis: países como a Austrália e o Reino Unido, que eram relativamente ricos em 1885, cresceram mais lentamente, enquanto países como o Japão, que eram relativamente pobres, cresceram a uma maior velocidade. A hipótese da convergência parece explicar adequadamente as diferenças nas taxas de crescimento, pelo menos nessa amostra de países industrializados.[7]

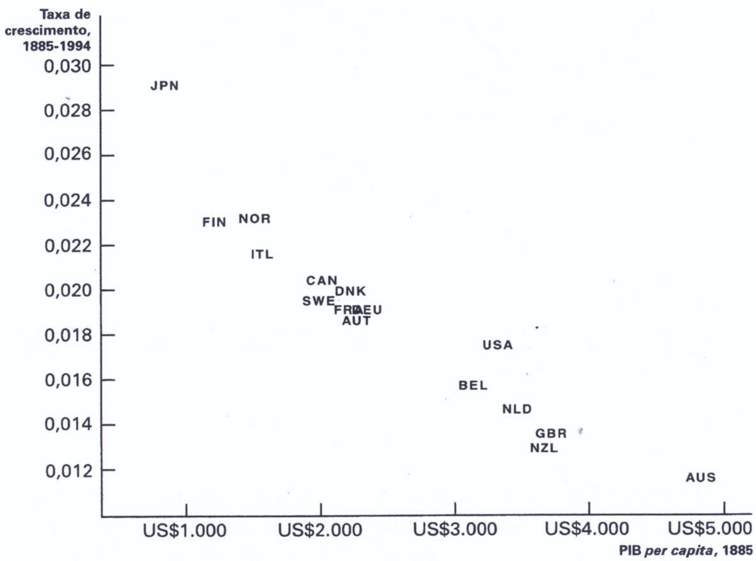
As Figuras 3.5 e 3.6 plotam as taxas de crescimento *versus* o PIB inicial na OCDE e no mundo para o período 1960-90. A Figura 3.5 mostra que a hipótese da convergência funciona muito bem para explicar as taxas de crescimento dos países da OCDE no período considerado. Antes, porém, de de-

---

[7] J. Bradford De Long (1988) faz uma importante crítica a esse resultado. Ver o Exercício 4, no final do capítulo.

clarar que a hipótese é um sucesso, observe que a Figura 3.6 mostra que a hipótese da convergência não consegue explicar diferenças em taxas de crescimento no mundo como um todo. Baumol também registrou o fato: quando se consideram grandes amostras de países, não parece que os países pobres estejam crescendo mais rápido que os países ricos. Os países pobres não estão "reduzindo o hiato" existente nas rendas *per capita*. (Recorde que o Quadro 1.1, no Capítulo 1, sustenta essa hipótese.)

FIGURA 3.4 TAXAS DE CRESCIMENTO *VERSUS* PIB *PER CAPITA* INICIAL, 1885-1994.



Por que, então, vemos convergência entre alguns conjuntos de países mas uma falta de convergência entre os países de todo o mundo? O modelo neoclássico de crescimento sugere uma explicação importante para esta constatação.

Considere a principal equação diferencial do modelo neoclássico de crescimento, dada na equação (3.7). Essa equação pode ser reescrita como

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s_K \frac{\tilde{y}}{\tilde{k}} - (n + g + d). \tag{3.10}$$

FIGURA 3.5 CONVERGÊNCIA NA OCDE, 1960-90.

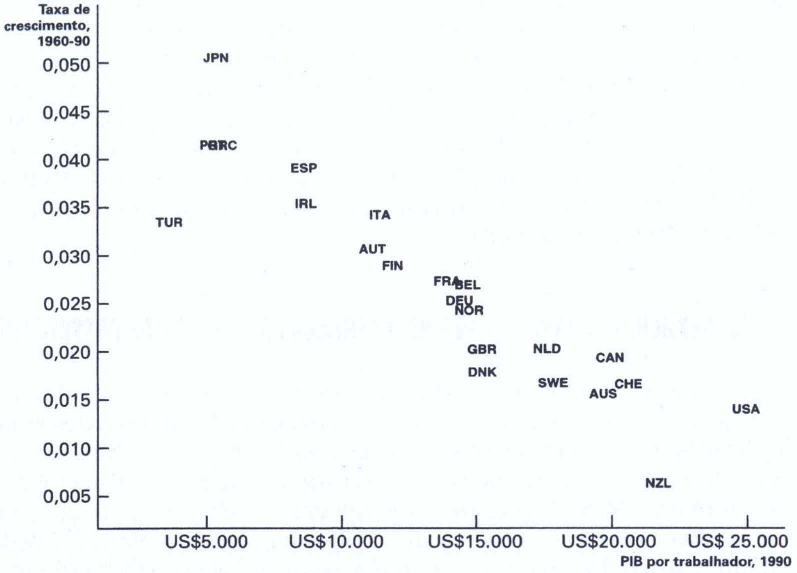
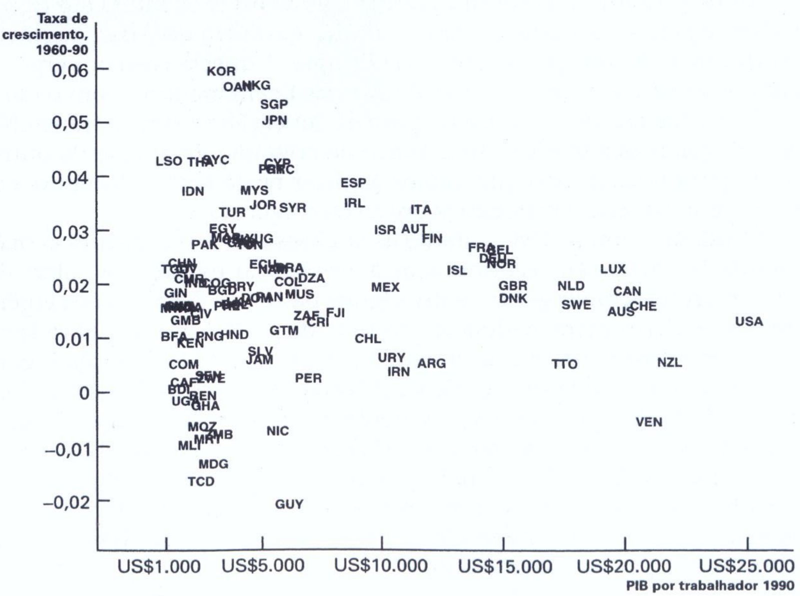


FIGURA 3.6 FALTA DE CONVERGÊNCIA NO MUNDO, 1960-90.



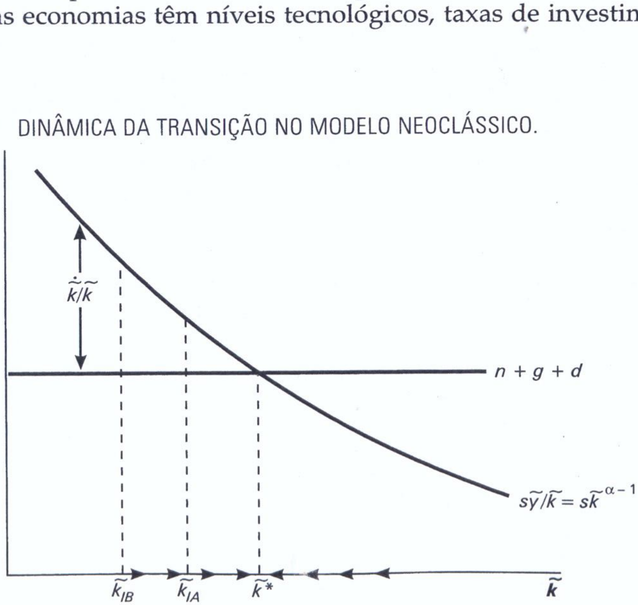
Recorde que $\tilde{y}$ é igual a $\tilde{k}^{\alpha}$. Portanto, o produto médio do capital, $\tilde{y}/\tilde{k}$, é igual a $\tilde{k}^{\alpha-1}$. Em especial, ele declina quando $\tilde{k}$ aumenta, em decorrência dos retornos decrescentes à acumulação de capital do modelo neoclássico.

Como no Capítulo 2, podemos analisar essa equação mediante um gráfico simples, apresentado na Figura 3.7. As duas curvas da figura representam os dois termos do lado direito da equação (3.10). Portanto, a diferença entre as curvas é a taxa de crescimento de $\tilde{k}$. Observe que a taxa de crescimento de $\tilde{y}$ é simplesmente proporcional a essa diferença. Mais ainda, como a taxa de crescimento da tecnologia é constante, quaisquer alterações nas taxas de crescimento de $\tilde{k}$ e de $\tilde{y}$ devem ser decorrentes de mudanças nas taxas de crescimento do capital por trabalhador, k, e do produto por trabalhador, y.

Imagine que a economia de AtrasadonoInício começa com uma razão capital-tecnologia $\tilde{k}_{IB}$, mostrada na Figura 3.7, enquanto o país vizinho, AdiantadonoInício, começa com a razão capital-tecnologia $\tilde{k}_{IA}$. Se essas duas economias têm os mesmos níveis de tecnologia, as mesmas taxas de investimento e de crescimento populacional, então AtrasadonoInício crescerá temporariamente mais rápido do que AdiantadonoInício. O hiato do produto por trabalhador dos dois países irá se estreitando à medida que ambas as economias se aproximam do mesmo estado estacionário. Uma previsão importante do modelo neoclássico é: *Entre países que apresentam o mesmo estado estacionário, a hipótese da convergência se sustenta; os países pobres crescerão mais rápido, em média, do que os países ricos.*

No caso dos países da OCDE ou dos países industrializados, a hipótese de que suas economias têm níveis tecnológicos, taxas de investimento e de

FIGURA 3.7 DINÂMICA DA TRANSIÇÃO NO MODELO NEOCLÁSSICO.



crescimento populacional semelhantes não parece inadequada. Então, o modelo neoclássico preveria a convergência que vimos nas Figuras 3.4 e 3.5. Esse mesmo raciocínio sugere uma explicação atraente para a *falta* de convergência entre todos os países do mundo: nem todos os países apresentam o mesmo estado estacionário. De fato, como vimos na Figura 3.2, as diferenças nos níveis de renda em redor do mundo refletem em boa medida diferenças no estado estacionário. Como nem todos os países têm as mesmas taxas de investimento e de crescimento populacional ou os mesmos níveis tecnológicos, não se pode esperar que rumem para o mesmo estado estacionário.

Outra importante previsão do modelo neoclássico se relaciona com as taxas de crescimento. Essa previsão que aparece em vários modelos de crescimento é suficientemente importante para que lhe demos um nome, o "princípio da dinâmica da transição":

> Quanto mais "abaixo" do seu estado estacionário estiver uma economia, tanto mais ela deverá crescer. Quanto mais "acima" a economia estiver do seu estado estacionário, mais lentamente ela irá crescer.[8]

Este princípio é claramente ilustrado pela análise da equação (3.10) oferecida pela Figura 3.7. Embora seja um aspecto-chave do modelo neoclássico, o princípio da dinâmica da transição se aplica muito mais amplamente. Nos Capítulos 5 e 6, por exemplo, veremos que ele é também uma característica dos modelos da nova teoria do crescimento que torna endógeno o progresso tecnológico.

Mankiw *et al.* (1992) e Barro e Sala-i-Martin (1992) mostram que a previsão do modelo neoclássico pode explicar diferenças nas taxas de crescimento de diferentes países. A Figura 3.8 ilustra esse ponto representando graficamente a taxa de crescimento do PIB por trabalhador, de 1960 a 1990, e os desvios (em logaritmos) entre o PIB por trabalhador de 1960 e seus valores no estado estacionário, previstos como no Quadro 3.1. Comparando as Figuras 3.6 e 3.8, verifica-se que, embora os países pobres não cresçam necessariamente a uma taxa mais rápida, os países que são "pobres" em relação ao seu próprio estado estacionário tendem a crescer mais rápido. Em 1960, bons exemplos de tal tipo de país foram Coréia, Japão, Cingapura e Hong Kong – economias que cresceram muito rapidamente nos trinta anos seguintes, tal como seria previsto pelo modelo neoclássico.[9]

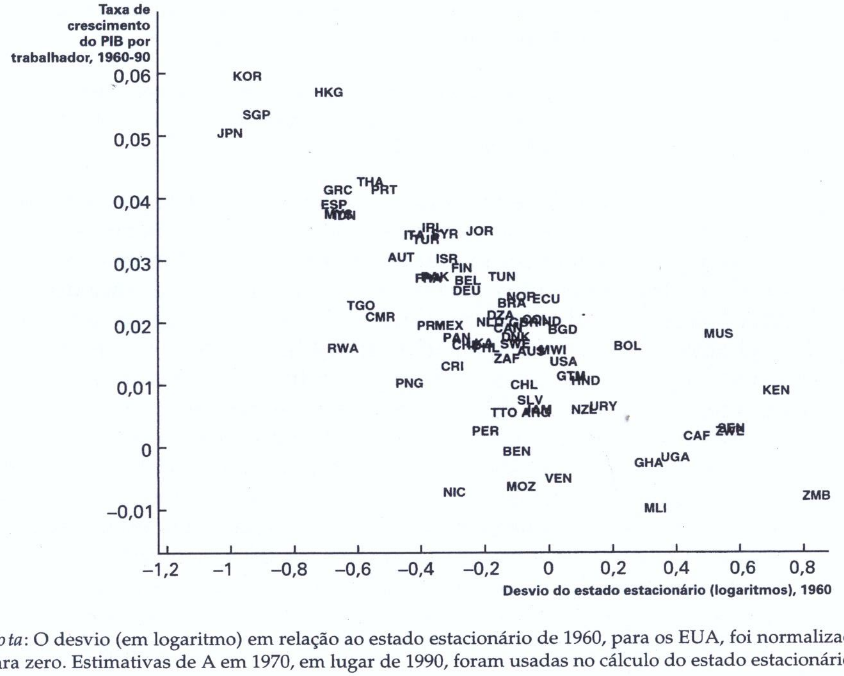
---

[8] Nos modelos simples de crescimento, como muitos dos apresentados nesse livro, este princípio funciona bem. Em modelos mais complexos, com mais variáveis de situação, contudo, ele terá que ser modificado.

[9] Mankiw, Romer e Weil (1992) e Barro e Sala-i-Martin (1992) chamaram esse fenômeno de "convergência condicional", porque reflete a convergência de países depois que foi feito um controle ("uma condição") relativo ao estado estacionário. É importante ter em mente o significado dessa "convergência condicional". É simplesmente a confirmação de um resultado previsto pelo modelo neoclássico de crescimento: os países com estados estacionários semelhantes registrarão convergência. Isso não quer dizer que todos os países do mundo convergirão para o mesmo estado estacionário, mas apenas que eles estão convergindo para seu próprio estado estacionário de acordo com um modelo teórico comum.

Essa análise da convergência foi ampliada por vários autores para diferentes grupos de economias. Por exemplo, Barro e Sala-i-Martin (1991, 1992) mostram que os estados dos EUA, regiões da França e distritos do Japão registram convergência "incondicional" semelhante à que se observa nos países da OCDE. Isto se encaixa na previsão do modelo de Solow se as regiões de um país forem semelhantes em termos de investimento e crescimento populacional, como parece razoável.

FIGURA 3.8 CONVERGÊNCIA "CONDICIONAL" NO MUNDO, 1960-90.



Nota: O desvio (em logaritmo) em relação ao estado estacionário de 1960, para os EUA, foi normalizado para zero. Estimativas de A em 1970, em lugar de 1990, foram usadas no cálculo do estado estacionário.

Como o modelo neoclássico explica as grandes diferenças nas taxas de crescimento documentadas no Capítulo 1? O princípio da dinâmica da transição oferece a resposta: os países que não alcançaram seu estado estacionário não deverão crescer à mesma taxa. Aqueles que estão "abaixo" do seu estado estacionário crescerão rapidamente, os que estão "acima" crescerão mais lentamente.

Como vimos no Capítulo 2, há muitas razões pelas quais os países podem não estar no estado estacionário. Um aumento na taxa de investimento, uma mudança na taxa de crescimento populacional, ou um fato como a Segunda Guerra Mundial que destrói boa parte do estoque de capital de um país gerará um hiato entre a renda corrente e a renda do estado estacionário. Esse hiato vai alterar as taxas de crescimento até que a economia volte à sua trajetória para o estado estacionário. Outros "choques" podem também provocar diferenças temporárias nas taxas de crescimento. Por exemplo, grandes variações nos preços do petróleo terão impactos importantes sobre o desempenho dos países exportadores de petróleo. A má administração macroeconômica também pode gerar alterações temporárias no desempenho do crescimento. A hiperinflação registrada em muitos países da América Latina durante os anos 1980 é um bom exemplo disso. Trabalhando em outra direção, reformas de política econômica que desloquem a trajetória do estado estacionário para cima podem gerar aumentos nas taxas de crescimento ao longo da trajetória de transição. Aumentos na taxa de investimento, na acumulação de qualificações ou no nível de tecnologia terão esse efeito.[10]

3.3 A EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DA RENDA

A convergência, o fechamento do hiato entre países ricos e pobres, é apenas um dos resultados entre os vários possíveis. Talvez os países mais pobres estejam ficando para trás, enquanto os países com rendas "intermediárias" convergem em direção aos mais ricos. Ou, quem sabe, os países não estejam se aproximando mas, ao contrário, estejam se distanciando, os países ricos estejam ficando mais ricos, e os pobres, ainda mais pobres. De modo mais geral, essas questões centram-se na evolução da distribuição da renda *per capita* dos vários países do mundo.[11]

A Figura 3.9 ilustra um fato importante a respeito da evolução da renda: para o mundo como um todo, os imensos hiatos de renda entre os países em geral não se estreitaram ao longo do tempo. O gráfico plota a razão entre o PIB por trabalhador nos 5% dos países mais ricos do mundo e o PIB por trabalhador nos 5% dos países mais pobres. Em 1960, o PIB por trabalhador nos países do extremo superior da distribuição era mais de 25 vezes a renda dos países mais pobres. Se houve alguma mudança, o hiato era ainda maior em 1990.

Enquanto a Figura 3.9 mostra que a "largura" da distribuição de renda não se reduziu, a Figura 3.10 examina as mudanças em cada ponto da distribuição de renda. De acordo com o gráfico, 50% dos países tinham rendas relativas que eram equivalentes a menos de 20% do PIB por trabalhador dos EUA em 1960; e 80% dos países tinham rendas relativas inferiores a 40% do PIB por trabalhador dos EUA. Em 1990, esses números tinham melhorado, sobretudo no extremo superior: o 50º percentil era equivalente a pouco mais de 20% do

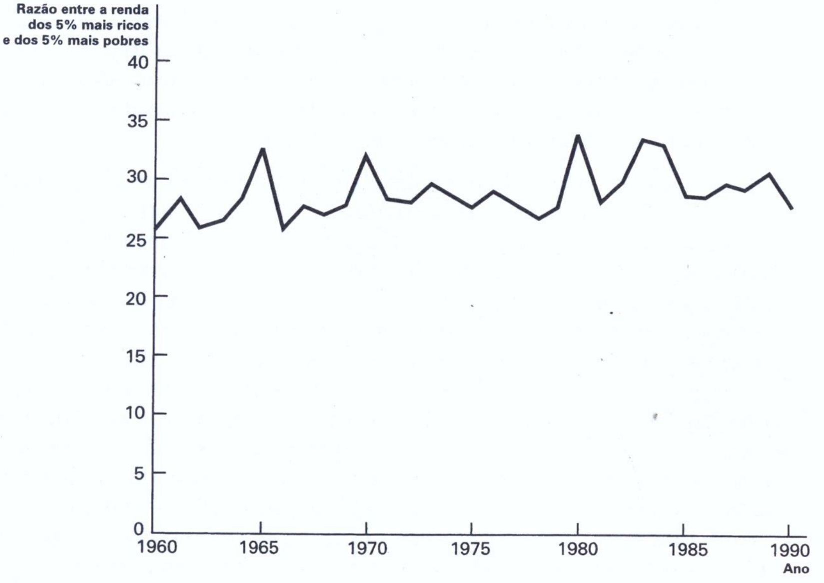
---

[10] Barro (1991) e Easterly, Kremer *et al.* (1993) apresentam análises empíricas dos motivos que levaram vários países a exibir diferentes taxas de crescimento a partir de 1960.

[11] Jones (1997a) oferece uma visão geral da literatura sobre a distribuição mundial da renda. Quah (1993, 1996) discute esse tópico em mais detalhes.

PIB por trabalhador dos EUA, enquanto que o 80º percentil era de mais de 60%. Já as economias mais pobres – aquelas situadas abaixo do 30º percentil, por exemplo – registravam em 1990 rendas relativas inferiores, de fato, àquelas de 1960. Nesse sentido, pode-se dizer que houve algum "efeito de superação" ou "convergência" no meio e no extremo superior da distribuição de renda entre 1960 e 1990, mas "divergência" no extremo inferior.[12]

FIGURA 3.9 RAZÃO ENTRE A RENDA DOS 5% DE PAÍSES MAIS RICOS E DOS 5% DE PAÍSES MAIS POBRES, 1960-90.

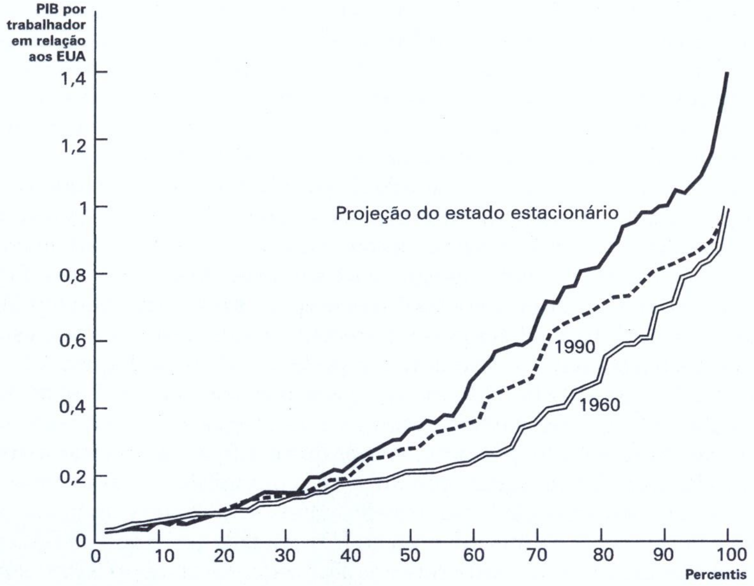


O modelo neoclássico nos permite considerar qual a possível evolução da distribuição de renda no futuro. Recorde que na Figura 3.2 foram examinadas as rendas relativas de 1990 em comparação às rendas relativas no estado estacionário tal como projetadas pelo modelo neoclássico. Embora fosse bom, o ajustamento do modelo neoclássico não era perfeito, e uma maneira de interpretá-lo é que a distribuição de renda ainda está em evolução. Além disso, as taxas de investimento em capital humano estão crescendo em vários países, possibilitando assim evolução da distribuição de renda.

---

[12] É interessante comparar esse dado com os resultados do Capítulo 1. Uma diferença importante é que a unidade de observação nesse caso é o *país*, enquanto a unidade de observação nas distribuições apresentadas no Capítulo 1 era o *indivíduo*.

FIGURA 3.10 EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DA RENDA, 1960 E 1990.



Nota: Cada ponto (x,y) do gráfico indica que x% dos países tem um PIB por trabalhador menor ou igual a y. Setenta e quatro países estão incluídos no cálculo.

A terceira linha da Figura 3.10 representa uma simples projeção da distribuição dos níveis de renda relativa no estado estacionário.[13] Alguns resultados interessantes são evidentes. Primeiro, no topo da distribuição de renda, prevê-se que algumas economias terão rendas relativas *superiores* à dos EUA. Essas economias incluem Cingapura, França, Espanha e Itália. Por quê? A resposta é direta: no modelo neoclássico, as rendas relativas são determinadas pela taxa de investimento e pela taxa de crescimento populacional, e as taxas de investimento dos EUA não são as mais altas do mundo. A partir de 1990, os níveis de produtividade e de escolaridade dos EUA compensaram isso, mas, supondo que a distribuição dos níveis de produtividade permaneça inalterada ao longo do tempo, essa liderança não poderá, de acordo com o modelo, persistir. Mais ainda, na medida em que países como o Japão registram um aumento em seus níveis de produtividade relativa, como parece razoável, a posição dos EUA poderia até ser inferior no longo prazo.

Até que ponto devemos levar a sério essa previsão? Há muitos anos os economistas se preocupam com as baixas taxas de investimento dos EUA.

---

[13] As únicas diferenças em relação ao estado estacionário registrado no Quadro 3.1 é que foram consideradas as matrículas correntes na projeção do nível de escolaridade futuro da força de trabalho, em cada país. Ver Jones (1996) para mais detalhes.

Em muitos sentidos, a previsão relativa à evolução da distribuição da renda é um resultado natural desse fato. Como já foi dito, qualquer liderança tecnológica que os Estados Unidos tiverem tende a se reduzir, reforçando a tendência geral registrada no topo da distribuição da renda. Mais ainda, há um precedente histórico para essa mudança: no início do século, Austrália e Reino Unido estavam no topo da distribuição de renda e, antes, provavelmente a Holanda já tivera a renda *per capita* mais elevada. Ao mesmo tempo, porém, as taxas de investimento extremamente elevadas que se observam em países como Cingapura e Japão não têm probabilidade de persistir ao longo do tempo, o que talvez permita aos Estados Unidos manterem sua renda relativa elevada.

Outra previsão interessante quanto à forma de distribuição de renda se refere aos países no extremo oposto da distribuição. Como mostra a Figura 3.10, de acordo com o modelo neoclássico esses países não registram tendência para suas rendas relativas. Esses países parecem ter alcançado o estado estacionário com suas baixas rendas. Isso também pode ser visto, na Figura 3.2, no ajustamento relativamente bom do modelo para as baixas rendas. E se pudermos dizer alguma coisa, é que esses países parecem registrar uma queda nas rendas relativas. No conjunto, portanto, vemos que é difícil caracterizar a distribuição de renda mundial, no futuro próximo, com uma única palavra como "convergência" ou "divergência". No extremo inferior, os países de baixa renda tendem a permanecer na mesma posição relativa face aos EUA, ou talvez até a registrar um declínio na renda relativa. Por outro lado, no extremo superior da distribuição vários países deverão alcançar os Estados Unidos, e é muito provável que alguns venham a ultrapassar a renda *per capita* dos EUA.[14]

EXERCÍCIOS

1. *Para onde vão essas economias?* Veja os seguintes dados:

	$\hat{y}_{90}$	s_K	u	n	$\hat{A}_{90}$
EUA	1,00	0,210	11,8	0,009	1,00
Canadá	0,93	0,253	10,4	0,010	1,05
Brasil	0,30	0,169	3,7	0,021	0,77
China	0,06	0,222	7,6	0,014	0,11
Quênia	0,05	0,126	4,5	0,037	0,16

[14] Lant Pritchett (1997) faz uma interessante observação mostrando que a divergência caracteriza a distribuição mundial de renda no prazo muito longo. Um milhão de anos atrás, por exemplo, todos éramos caçadores e coletadores com uma renda de subsistência. Hoje, algumas economias permanecem muito próximas do nível de subsitência, enquanto outras são substancialmente ricas.

Suponha que $g + d = 0{,}075$, $\alpha = 1/3$, e $\phi = 0{,}10$ para todos os países. Usando o tipo de análise empregado no Quadro 3.1, estime a renda desses países no estado estacionário em relação aos EUA. Considere dois casos extremos: (a) as razões da PTF de 1990 são mantidas e (b) os níveis da PTF convergem completamente. Em cada caso, qual economia crescerá mais lentamente na próxima década e qual crescerá mais lentamente? Por quê?

2. *O que são variáveis de situação?* A idéia básica na solução de modelos dinâmicos que contêm equações diferenciais é, primeiro, escrever o modelo de modo que, ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado, alguma variável de situação permaneça constante. No Capítulo 2, empregamos y/A e k/A como variáveis de situação. Nesse capítulo, usamos y/Ah e k/Ah. Lembre-se, contudo, que h é uma constante. Este raciocínio sugere que deveríamos poder resolver o modelo usando y/A e k/A como variáveis de situação. Experimente. Isto é, resolva o modelo de crescimento das equações (3.1) a (3.4) para obter a solução da equação (3.8) usando y/A e k/A como variáveis de situação.

3. *Falácia de Galton* (baseado em Quah, 1993). No fim do século passado, Sir Francis Galton, famoso estatístico inglês, estudou a distribuição da altura da população britânica e a sua evolução ao longo do tempo. Em especial, Galton observou que os filhos de pais altos tendiam a ser de menor estatura que seus pais, e vice-versa. Galton se preocupou com o fato de que isso representasse algum tipo de regressão rumo à "mediocridade".
Imagine que temos uma população de 10 mães que têm 10 filhas. Suponha que suas alturas são determinadas da seguinte maneira: coloque em um chapéu dez pedaços de papel onde se escreveram as alturas na seqüência 5'1'', 5'2'', 5'3'', ... 5'10''. Retire um número do chapéu e considere que é a altura de uma mãe. Sem recolocar o papel que você tirou, tire outro número e continue. Agora imagine que as alturas das filhas são determinadas pelo mesmo processo, recolocando os papéis no chapéu e fazendo novo sorteio. As mães altas terão filhas mais baixas e vice-versa?
Imagine que as alturas correspondam a níveis de renda, e observe os níveis de renda em dois pontos do tempo, 1960 e 1990. O que a falácia de Galton implica em relação a um gráfico em que as rendas iniciais são confrontadas com suas taxas de crescimento? Isto significa que os gráficos desse capítulo são inúteis?[15]

4. *Reconsiderando os resultados de Baumol.* J. Bradford De Long (1988), em um comentário a respeito dos resultados de Baumol sobre a convergência dos países industrializados no século passado, assinalou que o resultado poderia ter sido influenciado pelo processo de seleção dos países. Em particular, De Long observou duas coisas. Primeira, só foram incluídos países que eram ricos no final do período (isto é, nos anos 1980). Segunda, vários

[15] Ver Quah (1993) e Friedman (1992).

dos países não incluídos, como a Argentina, eram, em 1870, mais ricos que o Japão. A partir dessas observações, critique e discuta os resultados de Baumol. Essas críticas se aplicam aos resultados para a OCDE? E para o mundo?

5. *Modelo Mankiw-Romer-Weil (1992)*. Como foi mencionado neste capítulo, a extensão do modelo de Solow que apresentamos difere ligeiramente daquele de Mankiw, Romer e Weil (1992). Este problema pede que você resolva esse modelo. A diferença-chave é o tratamento do capital humano. Os três autores supõem que o capital humano é acumulado do mesmo modo que o capital físico, que é medido em unidades de produto em vez de anos.
Suponha que a produção é dada por $Y = K^{\alpha}H^{\beta}(AL)^{1-\alpha-\beta}$, onde α e β são constantes entre zero e um, cuja soma também fica entre zero e um. O capital humano é acumulado como o capital físico:

$$\dot{H} = s_H Y - dH,$$

onde s_H é a parcela constante de produto investida em capital humano. Suponha que o capital físico é acumulado como na equação (3.4), que a força de trabalho cresce a uma taxa n, e que o progresso tecnológico evolui a uma taxa g. Resolva o modelo para a trajetória de produto por trabalhador $y \equiv Y/L$ durante o crescimento equilibrado como função de s_K, s_H, n, g, d, α e β. Comente as diferenças entre essa solução e a da equação (3.8). *Dica*: defina variáveis de situação como y/A, h/A e k/A.