

Universidade Estadual de Campinas – Instituto de Economia
CE 572 - Macroeconomia III - 1º Semestre de 2020
Rafael Bertazzi Costa Rosa – RA 981951
Lista de Exercícios nº 1

Questão 1 - Qual a ideia do modelo de Solow? Tenha em mente as principais conclusões do modelo para responder a esta pergunta.



O modelo de Solow está estruturado em torno de (a) uma função de produção, que descreve como os insumos combinam-se entre si para proporcionar produtos acabados, e de (b) uma equação, que descreve como o capital se acumula. A ideia do modelo de Solow é mostrar de que maneira parâmetros estruturais da economia, como investimento, poupança e crescimento populacional influenciam na evolução da renda e do consumo por trabalhador no longo prazo.

Solow parte do pressuposto de que há um mercado de fatores de produção que é competitivo, e no qual cada o produto, em cada diferente período, é determinado pela disponibilidade de capital e trabalho. Poupança e investimento são parcelas exógenas da renda. A força de trabalho, por sua vez, cresce não apenas em função do crescimento populacional, mas tem como resultado do progresso tecnológico, sendo ambos exógenos também.

Com relação às principais conclusões de Solow acerca do modelo de crescimento, cabe destacar:

- a) A taxa de crescimento de longo prazo do estoque de capital e da renda nacional é a taxa de crescimento da força de trabalho que, por hipótese, é uma constante exógena n ;
- b) A economia, invariavelmente, tende para uma tendência de crescimento balanceado, qualquer que seja a relação capital/trabalho inicial;
- c) O produto por trabalhador, o capital por trabalhador, o consumo por trabalhador e a poupança por trabalhador são constantes no longo prazo; e
- d) Aumentos permanentes na proporção a poupar, embora aumentem os níveis de produto por trabalhador, e de capital por trabalhador, não produzem nenhuma mudança na taxa de crescimento econômico no longo prazo.

Questão 2 - Defina a ideia de *steady state* (estado estacionário) para Solow.

Uma economia encontra-se no estado estacionário (chamado *steady state*) quando a renda *per capita* e o capital *per capita* permanecem constantes. Esses parâmetros representam valores, onde o investimento necessário para fornecer capital para os novos trabalhadores (aumento de capital), e substituição máquinas que se desgastam (depreciação), é igual à poupança gerada na economia. Para Solow, tem-se, assim, um rendimento decrescente que se direciona ao *steady state*. Ainda segundo o autor, não é suficiente, quando se chega nesse patamar, elevar a força de trabalho sem que, com isso, eleve-se, também, a produtividade desse fator. Ou seja, países com uma elevada taxa de crescimento populacional teriam um baixo nível de produto quando no *steady state*, ao passo em que países com uma elevada taxa de participação do capital (produtividade) teriam, no *steady state*, um elevado nível de produto. Vale destacar novamente que o modelo de Solow tem como principal objetivo explicar o papel da acumulação de capital no processo de crescimento, ou seja, no nível de produto.



Questão 3 - Quais as hipóteses básicas do modelo de Solow?

O modelo de Solow apresenta duas hipóteses básicas quanto a diferenças entre as taxas de crescimentos dos países. A primeira é a **Hipótese** de Convergência Absoluta (HCA), que preconiza que os países periféricos, por estarem afastados do *steady state* (em razão entre a diferença entre poupança e investimento em capital mais a depreciação), apresentariam taxas de crescimento elevadas em relação aos países centrais, próximos, por sua vez, desse estado estacionário. Dada a não confirmação na prática da HCA, foi formulada a segunda hipótese, chamada de **Hipótese** de Convergência Condicional (HCC), na qual cada país apresentaria diferentes níveis proporcionais de poupança a serem alcançados, e dessa forma, teriam distâncias proporcionalmente distintas para o alcance do *steady state*. A HCC convencionou que a convergência proporcional entre os países teria como base suas características econômicas, explicando, em parte, as diferenças entre as taxas de crescimento. Como a taxa de crescimento da mão-de-obra e o **progresso técnico são exógenos** no modelo proposto por Solow, a taxa de crescimento de longo prazo da economia, em termos *per capita*, não teria influência de ações governamentais, em que pese políticas fiscais, que afetariam variáveis macroeconômicas quando da transição para o *steady state*.



Questão 4 - Explique por que razão, no modelo de Solow, sem crescimento populacional e sem progresso técnico, há um limite ao produto agregado e ao nível de renda por trabalhador, para uma dada taxa de poupança. Descreva o impacto de um aumento na taxa de poupança, explicando por que razão gera uma aceleração temporária do crescimento e possibilita um nível de produto por trabalhador mais elevado no *steady state*, sem, contudo, determinar um processo de crescimento sustentado dessa relação.

O modelo de Solow tem como principal objetivo explicar o papel da acumulação de capital no processo de crescimento da economia de um país. Esse país tende a um estado estacionário (*steady state*), onde, a partir desse ponto, apresenta crescimento equilibrado (*balanced growth*), homogêneo, em velocidade constante. Considerando que a população tende a se elevar a taxa constante (também homogênea), na ausência de progresso tecnológico (que é o responsável pelo aumento da produtividade), o crescimento do produto *per capita* será nulo.

Nessa análise, deve-se considerar também a formação de poupança dessa população (quanto maior a população, maior o nível absoluto de poupança e de mão de obra), em linha com a elevação do capital e a depreciação do capital já existente. Ou seja, a principal variável do modelo é o estoque de capital por trabalhador. A sua evolução depende das taxas de poupança, da taxa de depreciação do capital e da taxa de crescimento da força de trabalho. Na presença de crescimento populacional (aumento, portanto, da oferta de força de trabalho), para que se mantenha a relação capital/trabalhador, o investimento deve ser suficiente não só para compensar as depreciações do capital existente, mas também para prover produtividade adicionais aos trabalhadores que surgem na economia. Quando o estoque de capital por trabalhador é inferior (ou superior) ao nível de *steady state*, o investimento é superior às necessidades de formação de capital, de modo que o estoque de capital por trabalhador aumenta (ou diminui). Uma elevação da taxa de crescimento populacional (ou seja, da força de trabalho) conduz a um *steady state* no qual o estoque de capital por trabalhador, e o produto por trabalhador, são inferiores. Um aumento da taxa de depreciação tem o mesmo efeito, e uma taxa de poupança mais elevada significa que é investida uma maior fração do produto, o que permite manter um nível mais elevado de estoque de capital por trabalhador.

Para Solow, países com diferentes estoques de capital inicial (que por sua vez dependerá do nível de poupança) dificilmente terão o mesmo nível de produto quando alcançarem o *steady state*. Dado o aumento da taxa de poupança, o nível de investimento excederá a depreciação

efetiva da economia, fazendo com que a taxa de crescimento do estoque de capital torna-se positiva, com aumento real no estoque de capital por trabalhador. Assim, para o autor, um aumento permanente da taxa de poupança da economia produz um efeito sobre a taxa de crescimento da economia, dado o crescimento no estoque de capital, o que leva a novos estados estacionários (*steady state*). Ou seja, países com elevadas taxas de poupança teriam elevados níveis de produto no estado estacionário, ao passo que países com baixas taxas de poupança teriam um baixo nível de produto no estado estacionário.

Questão 5 – Dado um modelo de Solow com as seguintes especificações:

$$y = k^{1/2}$$

com:

- $s = 0,2$
- $\delta = 0,05$
- $n = 0$

em que y corresponde à produção per capita, k ao capital per capita, s é a taxa de poupança, δ é a taxa de depreciação e n é a taxa de crescimento populacional, pergunta-se: qual será o nível de produção per capita no estado estacionário?

Dado que, no *steady state*, teremos

$$s * f(k) = (\delta + n) * k \rightarrow s * k^{1/2} = (\delta + n) * k \rightarrow 0,2 * k^{1/2} = (0,05 + 0) * k \rightarrow$$

$$\rightarrow k^{1/2} = 4 \rightarrow k = 16 \rightarrow \underline{y = k^{1/2} = 4}$$



Portanto, o nível de produção será 4.

Questão 6 - Considere o modelo de crescimento de Solow com função de produção dada por $Y = K^{1/2} * L^{1/2}$, sendo Y = produto, K = estoque de capital, L = número de trabalhadores. Nessa economia, população cresce a uma taxa constante igual a 5%, a taxa de depreciação do estoque de capital é de 5%, e a taxa de poupança é de 20%. Calcule o valor do salário real no estado de crescimento equilibrado. Dica: Salário real é calculado de forma semelhante dos manuais de microeconomia.

$$Y = K^{1/2} * L^{1/2} \rightarrow Y/L = (K^{1/2} * L^{1/2}) / L = Y/L = (K^{1/2}) / L^{1/2} \rightarrow$$

$$\rightarrow Y/L = (K^{1/2}) / L^{1/2} \rightarrow Y/L = k^{1/2}, \text{ onde } k = K/L.$$

$$\text{Considerando a condição de steady state: } s * f(k) = (d + n + g) * k \rightarrow 0,2 * k^{1/2} = (0,05 + 0,05) * k \rightarrow K^{1/2} = 0,2 / 0,1 = 2 \rightarrow \underline{k = 4}$$

$$\text{Da derivação da função de produção com a restrição, teremos que o salário real é igual a } 1/2 * (Y/L) \rightarrow \underline{1/2 * (Y/L) = (1/2 * k^{1/2})}$$

Portanto, o salário real será igual a 1.



Questão 7 - Explique as características do *steady state* na ausência de progresso técnico mas com crescimento da população. Qual a relação entre a taxa de crescimento da renda e a taxa de crescimento da população? Descreva o que ocorre no caso de um aumento da taxa de crescimento da população.

Havendo um crescimento populacional, *ceteris paribus*, determinado país passaria para um outro patamar de *steady state*, tendo em vista que um aumento da população elevaria a oferta de trabalho e, conseqüentemente, o produto, elevando, por sua vez, os níveis de poupança e investimento em patamares superiores às taxas de depreciação, e proporcionando, por conseguinte, um acúmulo de capital, que, por sua vez, promoverá aumento da produtividade.



Questão 8 - Defina “crescimento endógeno” e compare esta visão com o modelo de crescimento de Solow.



Para Solow, o crescimento da economia advém da produtividade, resultante, portanto, da combinação entre progresso técnico e taxa de crescimento populacional, para o autor, variáveis exógenas. Os modelos de crescimento endógeno, por sua vez, surgiram trinta anos mais tarde, durante os anos 1980, com base principalmente nos trabalhos de Romer e Lucas, insatisfeitos, segundo eles, com as explicações exógenas das teorias neoclássicas de crescimento econômico e também com a incapacidade da modelagem neoclássica convencional, que seria, por sua vez, incapaz de explicar a persistência desse crescimento, embora, reconhecessem Romer e Lucas, que havia uma argumentação consistente acerca das diferenças entre as taxa de crescimento dos países.

As teorias do crescimento endógeno buscaram compreender as forças econômicas que estavam **por trás do progresso tecnológico discutido em Solow**, partindo do pressuposto que tal crescimento ocorreria em decorrência de melhorias tecnológicas automáticas e também não modeladas. Portanto, para esses autores, as melhorias tecnológicas e o próprio processo de crescimento econômico são compreendidos como resultados endógenos da economia, ao passo que, para Solow, trata-se de um componente exógeno.

Questão 9 - O que os modelos de crescimento endógeno incluem que, até o modelo de Solow, não havia sido considerado?



Romer, por exemplo, torna endógeno o progresso tecnológico na medida em que introduz a busca por novas ideias a partir de pesquisadores interessados em ganhos financeiros por meio de suas invenções. Para o autor, o número de descobertas científicas e de inovações tecnológicas dependeriam de quantas pessoas estariam buscando desenvolver novas tecnologias e quão intensivamente estariam fazendo isto. Dessa forma, Romer buscou explicar por que, e como, os países avançados exibem um crescimento econômico sustentado.

Questão 10 - (ANPEC 2004, Ex. 14) Considere uma economia cuja função de produção é dada por $Y = \sqrt{K} \sqrt{N} A$, em que Y , K , N e A representam, respectivamente, o produto, o estoque de capital, o número de trabalhadores e o estado da tecnologia. Por sua vez, a taxa de poupança é igual a 20%, a taxa de depreciação é igual a 5%, a taxa de crescimento do número de trabalhadores é igual a 2,5% e a taxa de progresso tecnológico é igual a 2,5%. Calcule valor do capital por trabalhador efetivo no estado estacionário.

$$Y = (\sqrt{K} \sqrt{N} A) \rightarrow Y / (N \cdot A) = (\sqrt{K} \sqrt{N} A) / (N \cdot A) \rightarrow$$

$$\rightarrow Y / (N \cdot A) = (\sqrt{K} \sqrt{N} A) / (N \cdot A) \rightarrow Y / (N \cdot A) = (\sqrt{K} \sqrt{N} A) / (N \cdot A)$$

$$\rightarrow Y / (N \cdot A) = (\sqrt{K} \sqrt{N} A) / (N \cdot A) \rightarrow Y / (N \cdot A) = (\sqrt{K} \sqrt{N} A) / (N \cdot A) \rightarrow$$

$$\rightarrow \underline{Y / N \cdot A = K^{1/2}, \text{ onde } k = K / (N \cdot A)}$$

Considerando agora a condição de *steady state*:

$$s \cdot f(k) = (d + n + g) \cdot k \rightarrow 0,2 \cdot k^{1/2} = (0,05 + 0,025 + 0,025) \cdot k \rightarrow$$

$$\rightarrow \underline{k^{1/2} = 0,2 / 0,1 = 2 \rightarrow k = 4}$$

Dessa forma, o valor do capital por trabalhador é igual a 4.

