CE 572 Macroeconomia III

1. Teoria neoclássica do "longo prazo"

1.1. Crescimento com progresso técnico exógeno

Roteiro de estudo 3 – Jones (2000)*

*Referência : JONES, C. (2000). *Introdução à teoria do crescimento econômico*. Rio Janeiro: Campus.

- O capítulo 2 do Jones também apresenta uma versão simplificada do modelo de Solow. As principais diferenças em relação ao Blanchard são:
  - O crescimento da população e o progresso tecnológico são introduzidos desde o início (não são excluídos, como no capítulo 11 do Blanchard)
  - A função de produção é especificada na forma Cobb-Douglas:

$$Y = F(K,L) = K^{\alpha} . L^{1-\alpha} \quad ; \quad 0 < \alpha < 1$$

(Blanchard às vezes utiliza um caso particular, $Y = K^{1/2} . L^{1/2}$)

- As taxas de crescimento da população e de progresso tecnológico são exógenas, ou seja o modelo não explica porque são mais altas ou mais baixas.
- O crescimento é explicado a partir da interação de duas funções: a de produção e a de acumulação de capital.

- **Função de produção**:
  - a Cobb-Douglas garante economias de escala constantes e rendimentos decrescentes para os fatores.
  - em concorrência perfeita (lembrar da micro neoclássica) os produtores devem identificar o nível máximo de produto que iguala receita marginal (preço) e custo marginal. O custo marginal do trabalho é o salário pago a cada unidade de trabalho (w) e o custo marginal do capital é o "aluguel" de cada unidade de capital (r). Tanto "w" como "r" são iguais ao rendimento (produto marginal) do respectivo fator.

$$Y = w.\ L + r.\ K$$

Ou seja, o valor do produto (renda) é igual ao valor agregado (renda) dos fatores.

- **Função de acumulação de capital**:

$$\Delta K/\Delta t = K_{t+1} - K_t = s\,Y - d\,K$$

  - Os poupadores acumulam capital ou seja, investem (o “alugam” o capital aos produtores). Dessa forma, a parcela “s” poupada da renda (Y) converte-se em investimento bruto (s .Y). O investimento líquido ($\Delta K/\Delta t$) é obtido deduzindo do investimento bruto a parcela depreciada do capital (d.K)

- **Produto e capital por trabalhador**
  - A produtividade ou o produto por trabalhador (y = Y/L) depende do volume de capital por trabalhador (k = K/L). No caso da Cobb-Douglas especificada

$y = k^{\alpha}$; como $\alpha < 1$; y diminui quando k aumenta (rendimentos decrescentes)

  - Transformando em ln e derivando, vemos que a taxa de variação da produtividade ao longo do tempo ($y' = \Delta y/\Delta t$) depende da taxa de variação do estoque de capital ao longo do tempo ($k' = \Delta k/\Delta t$)

$$y'/y = \alpha \,.\, k'/k$$

- Supõe-se que L aumenta a uma taxa positiva e constante “n”
- A acumulação de capital por trabalhador é:

$$k' = \Delta k/\Delta t = s.y - (n + d)\, k$$

- quando s.*Y* > (n+ d) k, o capital por trabalhador aumenta (*k’>0)*. Considera-se que ocorre um “aprofundamento” do uso de capital (*capital deepening*).
- quando s.*Y* < (n+ d) k, o capital por trabalhador diminui (*k’<0)* uma vez que não há investimento suficiente para compensar o crescimento da população e a depreciação.
- quando s.*Y* = (n+ d) k, o capital por trabalhador não se altera, permanece constante (*k´*= 0).). Como a relação capital por trabalhador permanece inalterada, a economia experimenta crescimento em equilíbrio (*steady state*).

- No *steady state*, o capital acumulado per capita permanece constante mas o estoque de capital continua aumentando no mesmo ritmo que a população, por esse motivo considera-se que ocorre um “alargamento” do uso do capital (*capital widening*)
- No *steady state*, o produto (Y) também aumenta, mas como aumenta no mesmo ritmo que o capital acumulado (K), ou seja, na mesma velocidade que a população, <u>a produtividade e o capital per capita são constantes</u>.
- Em resumo: no *steady state* a economia cresce. A velocidade é determinada pelo crescimento da população (“n”), dadas a taxa de poupança/investimento “s”, a taxa de depreciação “d” e o parâmetro “α“ da função de produção.
- Com uma taxa de poupança/investimento “s” mais elevada, a economia poderá atingir um nível mais elevado do capital e de produto per capita. A economia torna-se “mais rica” (aumenta a renda per capita). Entretanto a aceleração do crescimento é temporária, no longo prazo o ritmo converge novamente para “n”.

- O aumento da taxa de crescimento da população “n”, tem o efeito contrário. Dada a taxa de investimento “s” e na ausência de mudanças no “α“ da função de produção, o capital e o produto per capita de equilíbrio diminuem. A economia fica mais pobre em função da queda da renda per capita. Atenção: há um erro na tradução para o português na edição da Campus. Onde consta:

  “Já os países que têm alta taxa de poupança (investimento) tenderão a ser mais pobres, de acordo com o modelo de Solow.”

  Deve constar:

  “Já os países que têm alta taxa de crescimento da população tenderão a ser mais pobres, de acordo com o modelo de Solow.

- O aumento da taxa de poupança provoca o aumento da renda per capita porque aumenta o capital por trabalhador (aprofundamento do capital). O aumento da taxa de crescimento da população atua na direção contrária, o estoque de capital aumenta (alargamento do capital), mas não no ritmo necessário para manter o capital per capita constante.

- Em resumo, taxas de crescimento superiores à taxa de crescimento da população somente ocorrem quando o capital per capita é inferior ao do *steady state* ($k<K^*$), quando aumenta “s” ou quando diminui “n”. Nesses casos ocorrerá um crescimento temporário, associado ao “aprofundamento de capital” até ser atingido novamente o crescimento em equilíbrio.
- No crescimento em equilíbrio a renda e o capital aumentam, mas a renda e o capital per capita permanecem constantes. Somente o **progresso tecnológico** poderá fazer com que a renda per capital e o capital per capita aumentem e que, portanto, a economia se torne “mais rica”.
- O estado da tecnologia é introduzido na função de produção como um novo fator “A”. O progresso técnico é a variação de “A”.

- Nova função de produção $Y = F(K, AL) = K^{\alpha} (AL)^{1-\alpha}$
  - "A" é um novo fator de produção que multiplica a força de trabalho
  - A variação de "A" ao longo do tempo ($A' = \Delta A/\Delta t$) é positiva e constante.
  - A taxa de variação $A'/A = g$, também é constante.
- Em termos <u>per capita</u> a função de produção é:

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

- Transformando linearmente para estimar as <u>taxas de variação</u>:

$$y'/y = \alpha\, k'/k + (1 - \alpha)\, A'/A \;;$$

- A taxa de variação da renda per capita depende da taxa de variação da acumulação de capital per capita e da taxa de progresso técnico. O parâmetro α representa a contribuição relativa dos dois componentes.

- No crescimento em equilíbrio, a taxa de crescimento da renda per capita (produtividade) e a taxa de crescimento do capital per capita devem ser iguais para manter a relação capital por trabalhador e a produtividade do trabalho constantes.
- Definindo g_y e g_k como as taxas de crescimento da renda e do capital per capita no crescimento em equilíbrio (*steady state*), por definição:

$$g_y = g_k$$

- Quando incluído o progresso tecnológico, em equilíbrio,

$$g_y = g_k = g$$

- Dessa forma, $g > 0$)permite que o produto e o capital per capita tenham taxas positivas de crescimento em equilíbrio. Em outras palavras, o progresso técnico gerar crescimento da produtividade e aprofundamento do capital, sem alterar o equilíbrio. Só o progresso técnico torna possível o crescimento contínuo em equilíbrio (*steady state*), com aumento da renda per capita.

- Nos itens 2.2.1. e 2.2.2. Jones desenvolve as funções de produção e de acumulação de capital e suas respectivas taxas de variação ao longo do tempo levando em conta o papel do progresso técnico como fator que multiplica a força de trabalho de forma continua e que, dessa forma torna possível o aumento da acumulação e da produtividade em equilíbrio.
- O aumento da taxa de poupança “s” ainda tem o mesmo efeito: faz a economia transitar para níveis de renda per capita e de capital mais elevados, aumentando temporariamente a taxa de crescimento. No longo prazo a taxa converge para a taxa de progresso tecnológico “g” (Figuras 2.10 a 2.13).
- Aumentos de “n”, afetam o nível da produtividade e do capital acumulado per capita, mas não alteram a taxa de crescimento em equilíbrio de longo prazo (g).

- **Decomposição do crescimento:** no item 2.4 Jones apresenta os resultados da tentativa de isolar os fatores que contribuem para o crescimento (Solow, 1957). Parte da função de produção

$$Y = F(K, A, L) = B.(K^{\alpha} . L^{1-\alpha})$$

- Na nova função o estado da técnica "B" multiplica os dois fatores (e não mais somente o trabalho). O progresso tecnológico consiste em $B' = \Delta B / \Delta t$ positivo e constante.
- A taxa de variação do produto per capita agora é:

$$y'/y = \alpha\, k'/k + (1 - \alpha)\, L'/L + B'/B$$

- o crescimento do produto é igual a uma média ponderada do crescimento do capital e do trabalho per capita, mais a taxa de crescimento de B (progresso tecnológico).
- B'/B é conhecido como a taxa de crescimento da **produtividade total dos fatores.**
- As taxas de crescimento observadas são resultado do aprofundamento do capital, do crescimento da população e do progresso tecnológico (resíduo de Solow).