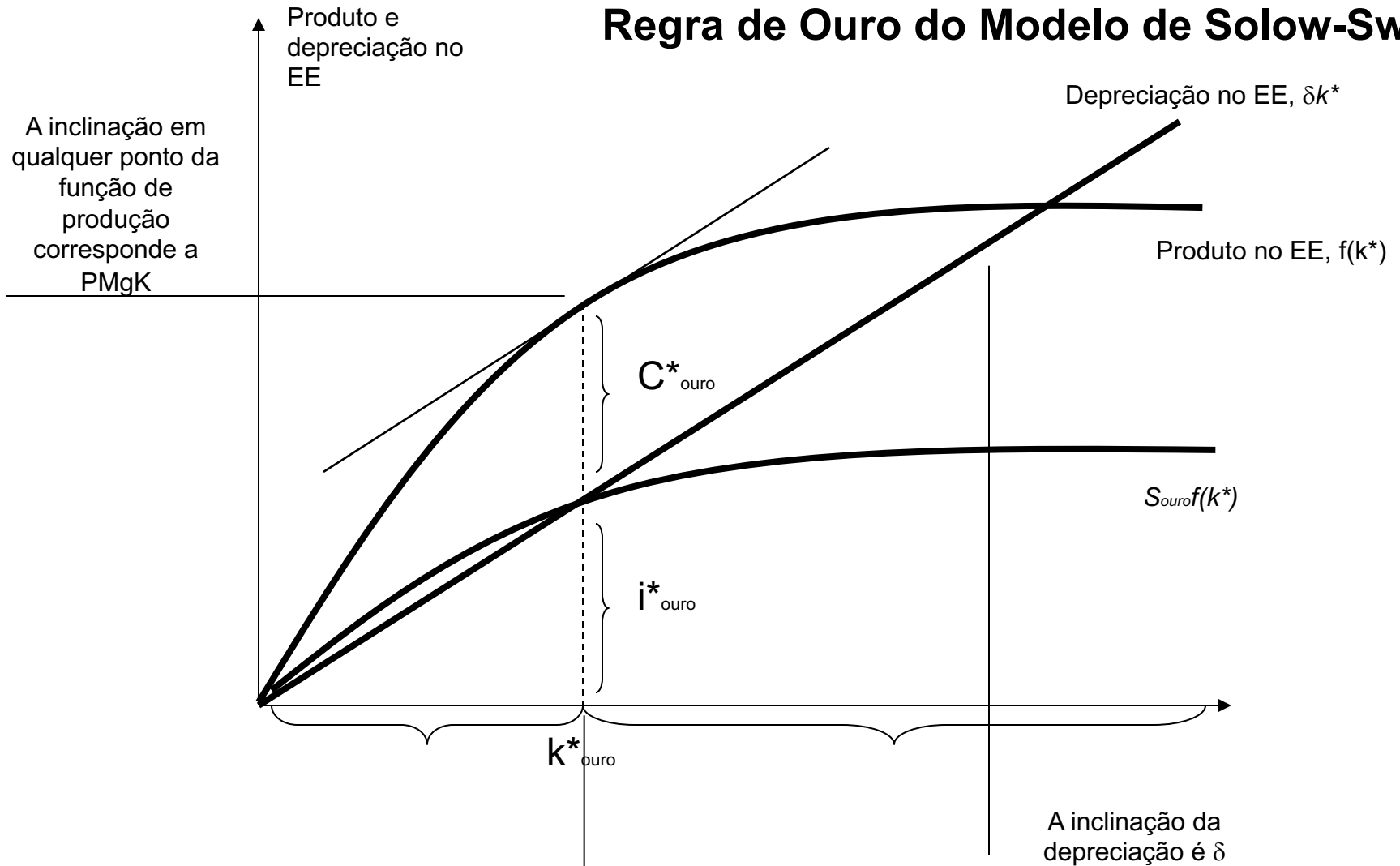


Crescimento Econômico II – aula 05 de  
macroeconomia  
caps. 08 e 09 Mankiw

# Recap: Solow-Swan, Cap. 8

- $L$  e  $K$  são usados para produzir bens finais  
 $Y = F(K, L)$
- $k = K/L$  e  $y = Y/L = f(k)$  são capital e produto por trabalhador
- A população é  $P$ , mas a fração  $u$  não está engajada na produção de bens finais. Então,  
 $L = (1 - u)P$ .
- Ambos  $P$  e  $L$  crescem a taxa  $n$ .
- Uma fração  $s$  de  $Y$  é poupada e adicionada ao capital
- Uma fração  $\delta$  de  $K$  deprecia

# Regra de Ouro do Modelo de Solow-Swan



No EE da regra de ouro:  $PMgK = \delta$   
Único EE em que isso ocorre, por isso caracteriza o EE da regra de ouro

# Modelo de Crescimento de Solow

- Acumulação de capital somente não constitui condição suficiente ao crescimento econômico contínuo (para no Estado-Estacionário)

Taxa de poupança elevada induz temporariamente ao crescimento

- Economia sempre tende ao estado estacionário, onde capital e produto são constantes
- Outras variáveis importantes ao crescimento econômico
  - Crescimento demográfico
  - Progresso tecnológico

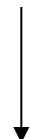
# Crescimento Demográfico – Modelo Solow-Swan

- Estoque de capital
  - Investimento gera elevação
  - Depreciação gera redução
- Elevação no número de trabalhadores reduz a variação no estoque de capital

$$\Delta k = i - \delta k - nk$$



Investimento por trabalhador



Depreciação



Taxa de crescimento demográfico

# Crescimento Demográfico

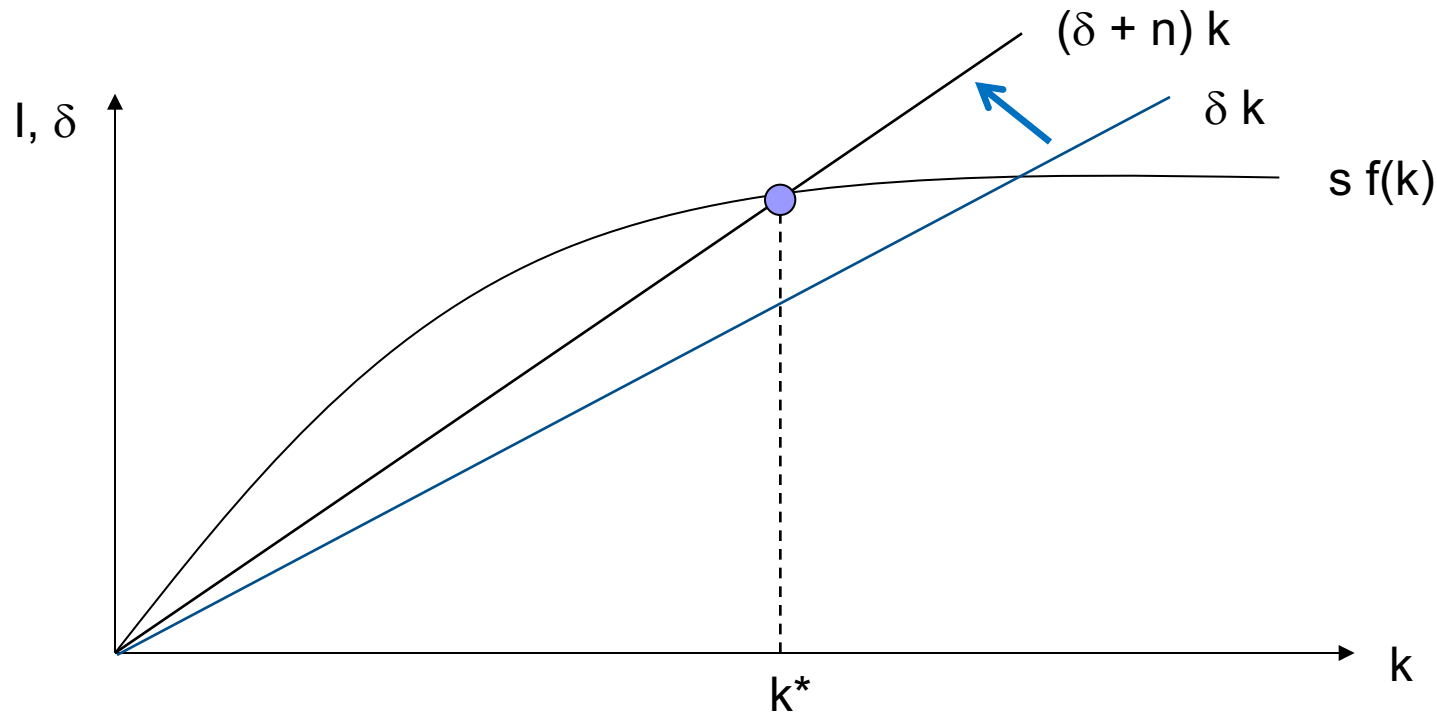
$$\Delta k = s f(k) - (\delta + n) k$$

**Distribuição de capital entre novos  
trabalhadores**

**Desgaste**

**Investimento necessário à  
manutenção do estoque de capital  
por trabalhador constante  
(nível de equilíbrio do investimento)**

# Crescimento Demográfico: aumenta a necessidade de Investimento



$$\Delta k = 0$$

$$i^* = \delta k^* + n k^*$$

# Crescimento Demográfico

- Crescimento populacional altera o modelo de Solow de três modos

1. Explica a persistência de crescimento econômico (da produção e capital totais)

Como no EE  $k$  e  $y$  por trabalhador são fixos, o aumento populacional precisa ser acompanhado por aumento de capital e produto

2. Explica a desigualdade de renda entre países

Efeito do aumento populacional: redução de disponibilidade de capital por trabalhador

1. Alteração no nível ótimo de acumulação de capital

$$c^* = f(k^*) - (\delta+n) k^*$$

Nível de  $k^*$  que maximiza o consumo é:

$$\text{PMgK} = \delta + n$$

OU

$$\text{PMgK} - \delta = n$$

Ou seja, na Regra de ouro a produtividade marginal do capital líquida, deduzida a depreciação, deve igualar-se à taxa de crescimento populacional



# Crescimento Demográfico

No longo prazo a economia atinge o estado estacionário, com  $k$  e  $y$  constantes.

As variáveis por trabalhador,  $k$  e  $y$ , capital e produto *per-capita* são constantes no longo prazo.

O capital físico total ( $K$ ) e o produto total ( $Y$ ) aumentam a taxa  $n$ , que é a taxa de crescimento do número de trabalhadores ( $L$ )

Variável	Símbolo	Comportamento no Estado Estacionário
Capital por trabalhador	$k$	Constante
Renda por trabalhador	$y = f(k)$	Constante
Poupança e investimento por trabalhador	$sy$	Constante
Consumo por trabalhador	$c = (1 - s)y$	Constante
Trabalhadores	$L$	Cresce à taxa $n$
Capital	$K$	Cresce à taxa $n$
Renda	$Y = F(K, L)$	Cresce à taxa $n$
Poupança e investimento	$sY$	Cresce à taxa $n$
População	$P$	Cresce à taxa $n$

# Progresso Tecnológico

- Até agora a relação entre o volume de insumos empregados (capital e trabalho) e volume de produção resultante (bens e serviços) era suposta inalterada.
- Integração do progresso tecnológico no modelo requer retorno ao início:

$$Y = f(K,L)$$

- Sob influência do progresso tecnológico, a eficiência produtiva do trabalho aumenta:

$$Y = f(K,LE)$$

↓  
Eficiência do Trabalho

E reflete o conhecimento que a sociedade tem sobre os métodos de produção.

- Progresso tecnológico com a taxa  $g$  de crescimento eleva a eficiência do trabalho proporcionalmente
  - Denominada progresso tecnológico incorporador de trabalho
  - Efeito análogo ao crescimento populacional

# Progresso Tecnológico

Um jeito simples de introduzir progresso tecnológico no modelo de Solow-Swan é pensar no progresso tecnológico como um aumento em nossas habilidades multitarefas. Desse modo, o modelo supõe que esta habilidade cresce à taxa  $g$ .

**$E$  é a eficiência do trabalho, que cresce à taxa  $g$ .**

# Progresso Tecnológico

- Assim,
  - Força de trabalho aumenta à taxa  $n$
  - Eficiência da mão-de-obra eleva-se à taxa  $g$
  - Portanto, o número de unidades eficientes de trabalho cresce à taxa  $n+g$
- Análise do modelo em termos de produção por unidade eficiente de trabalho:

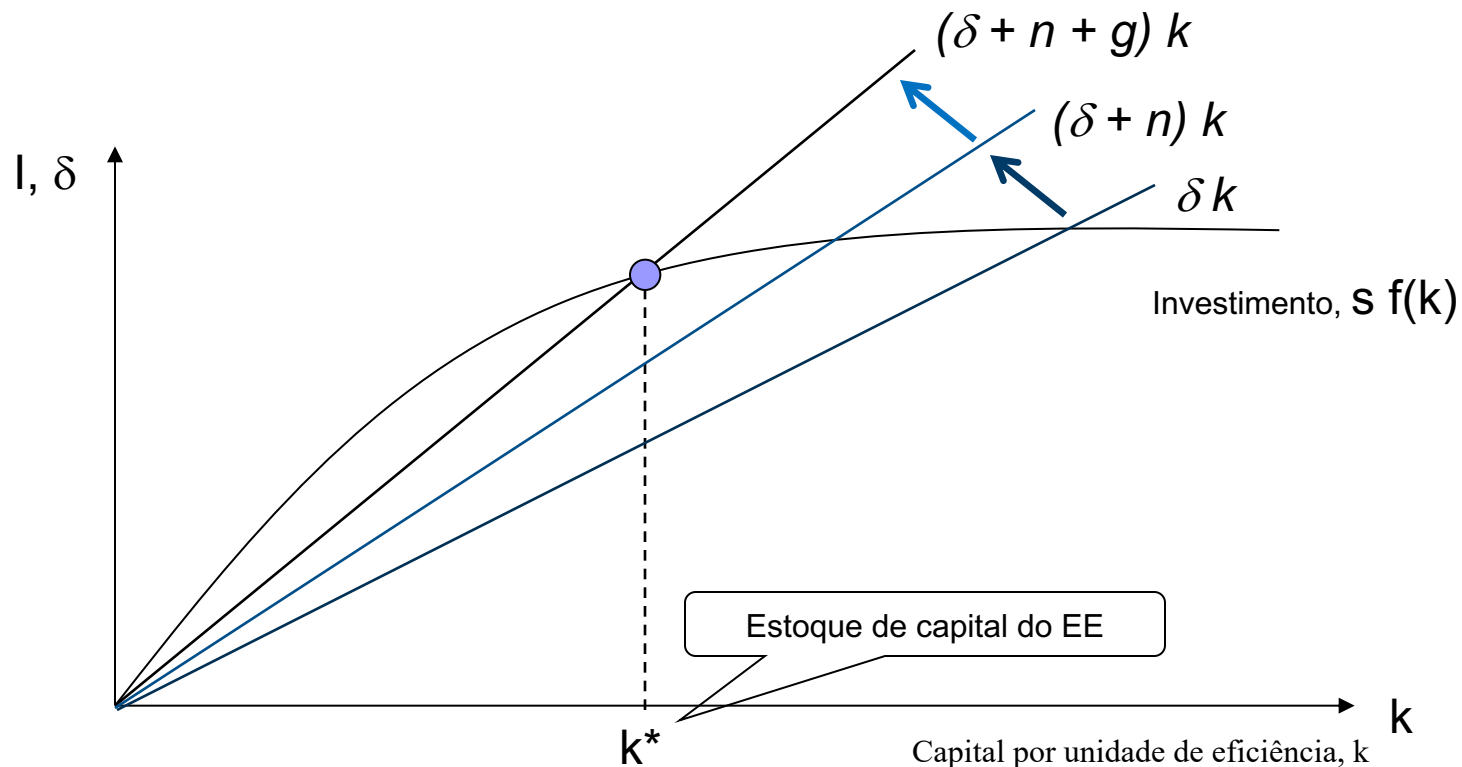
$$k = \frac{K}{LE} \qquad y = \frac{Y}{LE}$$

Com  $E=1$  no caso inicial

# O EE com Progresso Tecnológico Incorporador de Trabalho

- Evolução do estoque de capital ao longo do tempo requer a reposição de capital de forma que:

$$\Delta k = s f(k) - (\delta + n + g) k$$



# Progresso Tecnológico

- No estado estacionário, o capital por unidade de eficiência do trabalho é constante
  - Unidades de eficiência por trabalhador elevam-se à taxa  $g$
  - Produto total da economia aumenta à taxa  $n+g$

Variável	Expressão	Taxa de Crescimento
Capital por unidade de eficiência	$k = \frac{K}{LE}$	$0$
Produto por unidade de eficiência	$y = \frac{Y}{LE}$	$0$
Produto por trabalhador	$yE = \frac{Y}{L}$	$g$
Produto total	$Y = y L E$	$n + g$

# Progresso Tecnológico: Permite o crescimento econômico sustentável

- Inclusão do progresso tecnológico permite explicar elevação persistente no padrão de vida dos países
  - Taxa de crescimento do produto por trabalhador é decorrente da tecnologia
  - Elevação na taxa de poupança conduz a altas taxas de crescimento econômico somente até a economia alcançar o ponto de estado estacionário
  - Posteriormente, o crescimento do produto por trabalhador depende da taxa de progresso tecnológico
  - Há nova alteração no nível ótimo de acumulação de capital

$$c^* = f(k^*) - (\delta + n + g) k^*$$

- Nível de  $k^*$  que maximiza o consumo (REGRA DE OURO):

$$\text{PMgK} = \delta + n + g \quad \text{ou} \quad \text{PMgK} - \delta = n + g$$

- Ou seja, produtividade marginal do capital líquida, deduzida a depreciação, deve igualar-se à taxa de crescimento populacional adicionada à taxa de progresso tecnológico



# Crescimento Econômico Sustentável

- Em termos de política econômica:
  - A sociedade deve poupar mais ou poupar menos?
    - Se  $PMgK - \delta > n + g$ , a produtividade marginal do capital líquida é superior à taxa de crescimento econômico, a economia opera com nível de capital inferior ao estado estacionário, assim, a elevação da taxa de poupança conduz a estado estacionário com maior consumo (da regra de ouro)  
EUA:  $PMgK - \delta = 8\%aa$  e  $n + g = 3\%aa$ .
  - Como a política econômica pode influenciar a poupança?
    - As políticas econômicas podem elevar a taxa de poupança de duas formas:
      1. Aumento da poupança privada: incentivos fiscais e crédito tributário para elevação da taxa de retorno da poupança, garantias do governo à poupança e ambiente de estabilidade econômica e confiança da população nas instituições econômicas
      2. Aumento da poupança pública: redução dos gastos do governo ou elevação da tributação
  - Como a política econômica pode influenciar o progresso tecnológico ?
    - Promoção da educação formal, formação técnica e pesquisa; instituição de sistema de patentes e direitos autorais; isenção de tributos à pesquisa; e criação de agências de fomento à pesquisa (CNPq, CAPES, FAPESP, etc.)

# Teoria do Crescimento Endógeno: Modelo Básico

Seja  $Y = A.K$  (1)

Y produto; K estoque de capital; A uma constante maior que 1, que mede o produto gerado para cada unidade de capital.

Função de produção sem Retornos Decrescentes de Capital (difere do modelo de Sollow)

Acumulação de capital:  $\Delta K = sY - \delta K$  (2)

Combinando (1) e (2):  $\Delta Y/Y = \Delta K/K = sA - \delta$  (3)

(3) Mostra o que determina a taxa de crescimento da economia. Se  $sA > \delta$ , a renda da economia cresce sempre, mesmo sem o pressuposto do progresso tecnológico exógeno.

Este modelo é razoável quando se pensa no estoque de capital humano como compondo o estoque de capital da economia.